

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**MANUAL DE PRÁCTICAS DEL CURSO DISEÑO PARA LA  
PRODUCCIÓN, DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL  
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN  
PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR:

**RAMIRO ANTONIO ORTIZ MARROQUIN**

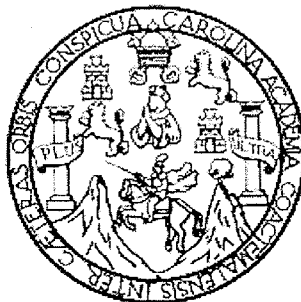
ASESORADO POR LA INGA. MARCIA IVÓNNE VÉLIZ VARGAS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, FEBRERO DE 2010

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Luis Pedro Ortiz de León
VOCAL V	Br. José Alfredo Ortiz Herincx
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
EXAMINADOR	Ing. Víctor Hugo García Roque
EXAMINADOR	Ing. Walter Leonel Ávila Echeverría
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**MANUAL DE PRÁCTICAS DEL CURSO DISEÑO PARA LA  
PRODUCCIÓN, DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL  
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, el 15 de junio de 2009.



**Ramiro Antonio Ortiz Marroquin**

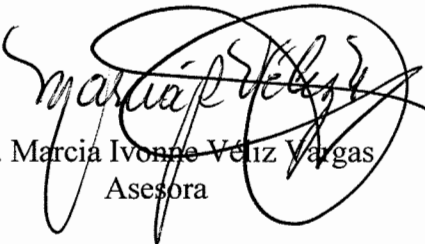
Guatemala,  
11 de noviembre de 2,009

Ingeniero  
Francisco Gómez Rivera  
Director  
ESCUELA DE INGENIERIA  
MECANICA INDUSTRIAL  
Facultad de Ingeniería

Ing. Gómez:

Por medio de la presente hago de su conocimiento que el estudiante RAMIRO ANTONIO ORTIZ MARROQUIN, carné 2,00217394, ha realizado satisfactoriamente el trabajo de graduación "MANUAL DE PRÁCTICAS DEL CURSO DISEÑO PARA LA PRODUCCIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA", habiendo cumplido con los requisitos establecidos por el Reglamento de Trabajos de Graduación de la Facultad de Ingeniería.

Atentamente,

  
Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas  
Asesora

**MARCIA IVONNE VÉLIZ VARGAS**  
INGENIERA INDUSTRIAL  
COL. 2397



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado MANUAL DE PRÁCTICAS DEL CURSO DISEÑO PARA LA PRODUCCIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, presentado por el estudiante universitario Ramiro Antonio Ortíz Marroquín, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. Danilo González Trejo  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela Mecánica Industrial

Guatemala, Noviembre de 2009.

/agrm



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **MANUAL DE PRÁCTICAS DEL CURSO DISEÑO PARA LA PRODUCCIÓN, DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Ramiro Antonio Ortiz Marroquin**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

  
Ing. Cesar Ernesto Urquiza Rodas  
**DIRECTOR**  
Escuela Mecánica Industrial



Guatemala, febrero de 2010.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **MANUAL DE PRÁCTICAS DEL CURSO DISEÑO PARA LA PRODUCCIÓN, DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Ramiro Antonio Ortiz Marroquín**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
DECANO



Guatemala, febrero 2010

/cc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

**DIOS**, por haberme dado la vida y acompañarme a lo largo de cada una de las etapas de mi vida.

**MIS PADRES**, Ramiro Antonio Ortiz Flores y Vilma Patricia Marroquin Oliva, gracias por brindarme su apoyo incondicional, por estar siempre a mi lado y por confiar en mí; este triunfo es de ustedes.

**MIS ABUELOS**, María Emma Oliva, Abelino Marroquín, Rosa Flores Calderón (q.e.p.d.), gracias por darme todo su cariño y enseñanzas, y por haberme regalado a los mejores padres.

**MI HERMANO**, Jorge Leonel Ortiz Marroquin, gracias por brindarme tu apoyo y estar siempre a mi lado.

**MIS TÍOS, PRIMOS Y SOBRINOS**. Gracias por su apoyo incondicional en cada una de las etapas de mi vida.



## **AGRADECIMIENTOS A:**

**La Facultad de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.**

**Colegio Particular Mixto “Cristo Rey”, Puerto Barrios, Izabal**

**Colegio Particular Mixto “Hebreo”, Puerto Barrios, Izabal**

**Mis padres** Por todo el esfuerzo realizado día a día para poder proporcionarme los recursos para alcanzar una de mis metas.

**Mi hermano** Por apoyarme y estar a mi lado durante esta etapa.

**Mi asesora** Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas, por su gran apoyo y por brindarme sus conocimientos para el desarrollo de este trabajo.

**Mis amigos** Miguel, Marco Tulio, Ana Lucia, Juan valentin, Leonardo, Renato, Luis, Axel, Hector Jimenez, Gustavo, Billy, Carlos, Hugo, Cristhoper, Ligia, Marelyn, Rita, Elton, Jonny, Juan Carlos, Alex Alfonso, Allan Arnoldo, Ronet, Frank, Óscar, Ricardo, Juan Carlos Zapparoli, Jazmín, gracias por apoyarme y estar conmigo siempre cuando se les necesita.

**Mis tíos** Por brindarme todo su apoyo durante estos años.

**Mis primos** Por brindarme su apoyo incondicional

## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	<b>VII</b>
<b>LISTA DE SÍMBOLOS</b>	<b>XIII</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>XV</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>XVII</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>XIX</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>XXI</b>
<b>1. ASPECTOS GENERALES</b>	
1.1 Universidad de San Carlos de Guatemala	1
1.1.1 Historia	1
1.1.2 Visión	4
1.1.3 Misión	4
1.1.4 Ubicación	5
1.2 Facultad de Ingeniería	6
1.2.1 Historia	6
1.2.2 Visión	11
1.2.3 Misión	12
1.3 Escuela de Mecánica Industrial	12
1.3.1 Visión	12
1.3.2 Misión	12
1.3.3 Valores	13
1.3.4 Políticas de calidad	13
1.4 Diseño para la Producción	13
1.4.1 Cátedra magistral	14
1.4.1.1 Objetivos de la cátedra	15
1.4.1.2 Importancia de la cátedra	15

1.4.1.3 Metodología de la cátedra	15
1.4.1.3.1 Marco teórico	15
1.4.1.3.2 Marco práctico	16
1.4.2 Práctica del curso	16
1.4.2.1 Objetivo de la práctica	17
1.4.2.2 Importancia de la práctica	18
1.4.2.3 Metodología de la práctica	18
<b>2. CONCEPTOS Y CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DEL CURSO DISEÑO PARA LA PRODUCCIÓN</b>	
2.1 Módulo 1 (Planeamiento y Diseño)	21
2.1.1 Factores que intervienen en el Diseño para la Producción	21
2.1.2 Diseño del producto	26
2.1.2.1 Estrategias para la introducción de nuevos productos	27
2.1.2.2 Proceso de desarrollo de nuevos productos	28
2.1.2.3 Análisis del valor	32
2.1.2.4 Diseño modular	35
2.1.3 Diseño del proceso	35
2.1.3.1 Selección del proceso	35
2.1.3.1.1 Flujo del proceso	36
2.1.3.1.2 Por el tipo de pedido del cliente	40
2.1.3.2 Integración vertical	40
2.1.4 Diseño de las operaciones de servicio	41
2.1.5 Selección de la tecnología	45
2.2 Módulo 2 (Métodos y Técnicas de Diseño)	47
2.2.1 Técnicas de análisis de información	47
2.2.1.1 Análisis paramétrico	47
2.2.1.2 Análisis de necesidades	48

2.2.1.3	Análisis matricial	48
2.2.2	Técnicas de creatividad	48
2.2.2.1	Analogía	49
2.2.2.2	Brainstorming	49
2.2.2.3	Lista de atributos	50
2.2.2.4	Otras técnicas de creatividad	50
2.2.3	Análisis funcional	51
2.2.3.1	Introducción	51
2.2.3.2	Características del método	51
2.2.3.3	Cómo definir las funciones	51
2.2.3.4	Estructuración de funciones	52
2.2.3.5	Árbol de funciones o Diagrama de funciones	52
2.2.4	Despliegue de la función calidad (QFD)	53
2.2.4.1	Introducción	53
2.2.4.2	Principios básicos del QFD	53
2.2.4.3	Desarrollo del QFD	54
2.2.5	Resolución inventiva de problemas (TRIZ)	54
2.2.5.1	Fundamentos de TRIZ	55
2.2.5.2	TRIZ la teoría de la resolución inventiva de problemas	55
2.2.5.3	El proceso de TRIZ paso a paso	56
2.2.6	Análisis modal de fallos y efectos	57
2.2.6.1	Introducción	57
2.2.6.2	Pasos para llevar a cabo un AMFE	58
2.2.7	Métodos de Taguchi	60
2.3	Módulo 3 (Investigación y Desarrollo)	62
2.3.1	Tipos de investigación y sus aplicaciones	62
2.3.2	Proceso de desarrollo	64
2.3.3	Valor del diseño	69
2.4	Módulo 4 (Ingeniería del Empaque)	70

2.4.1	Materiales	70
2.4.2	Tipos de empaque	75
2.4.3	Clasificación	76
2.4.4	Especificaciones técnicas	78
2.5	Módulo 5 (Sistema justo a tiempo)	79
2.5.1	Sistema justo a tiempo: la lógica del JIT	79
2.5.2	Implantando el sistema de producción JIT	82
2.5.3	Algunas indicaciones técnicas sobre el kanban	83
2.5.4	Experiencias empresariales con el JIT	85
2.6	Módulo 6 (Planeación Agregada)	94
2.6.1	Descripción de las actividades de la planificación de operaciones	94
2.6.2	Planificación agregada de la producción	95
2.6.3	Técnicas de planificación agregada	99
2.6.4	Yield management	106

### **3. PRÁCTICAS DE DISEÑO PARA LA PRODUCCIÓN**

3.1	Práctica 1 (Las Operaciones como arma competitiva)	109
3.1.1	Objetivo de la práctica	109
3.1.2	Marco teórico	110
3.1.3	Marco práctico	119
3.2	Proyecto de la práctica	122
3.2.1	Objetivo del proyecto	122
3.2.2	Marco teórico	122
3.2.3	Marco práctico	124
3.3	Práctica 2 (El Proceso de Selección y Diseño de Producto o Servicio)	125
3.3.1	Objetivo de la práctica	125

3.3.2 Marco teórico	126
3.3.3 Marco práctico	130
3.4 Práctica 3 (Diseño del Proceso de Transformación)	148
3.4.1 Objetivo de la práctica	148
3.4.2 Marco teórico	149
3.4.3 Marco práctico	170
3.5 Práctica 4 (Técnicas de Análisis y Técnicas de Creatividad)	177
3.5.1 Objetivo de la práctica	177
3.5.2 Marco teórico	178
3.5.3 Marco práctico	181
3.6 Práctica 5 (Secuencia de Prioridades)	194
3.6.1 Objetivo de la práctica	194
3.6.2 Marco teórico	195
3.6.3 Marco práctico	198
3.7 Práctica 6 (Valor del Diseño)	216
3.7.1 Objetivo de la práctica	216
3.7.2 Marco teórico	217
3.7.3 Marco práctico	221
3.8 Práctica 7 (Ingeniería del Empaque)	236
3.8.1 Objetivo de la práctica	236
3.8.2 Marco teórico	236
3.8.3 Marco práctico	241
3.9 Práctica 8 (Planeación Agregada)	246
3.9.1 Objetivo de la práctica	246
3.9.2 Marco teórico	246
3.9.3 Marco práctico	248
3.10 Presentación de proyecto final	267

## **4. EVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA**

4.1 Evaluación de la práctica	269
4.1.1 Hojas de trabajo	270
4.1.2 Exámenes cortos	270
4.1.3 Reportes / tareas de la práctica	270
4.1.4 Proyecto	273
4.2 Recomendaciones	274

## **5. SEGUIMIENTO Y MEJORA CONTINUA**

5.1 Distribución del manual	277
5.2 Capacitaciones para uso del manual	278
5.3 Metodología para uso del manual de práctica	280
5.3.1 Actividades propuestas dentro de la práctica	280
5.3.2 Ejercicios propuestos	282
5.4 Auditoría del manual	292
5.4.1 Revisión del contenido	293
5.4.2 Procedimiento de mejora	294
5.4.3 Actualización del contenido	296

<b>CONCLUSIONES</b>	299
---------------------	-----

<b>RECOMENDACIONES</b>	303
------------------------	-----

<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	305
---------------------	-----

<b>ANEXOS</b>	307
---------------	-----

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1	Mapa ciudad universitaria (Universidad de San Carlos de Guatemala)	5
2	Proceso de transformación de productos o servicios	22
3	Proceso de desarrollo de nuevos productos	31
4	Flujo lineal del proceso	39
5	Flujo intermitente del proceso	40
6	Flujo de proyectos del proceso	41
7	Triángulo de servicios	44
8	Método de Taguchi y la calidad en el proceso de desarrollo de producto	63
9	El sistema de administración de operaciones	110
10	La administración de operaciones como función	114
11	Características de manufactura y servicio	115
12	Lluvia de ideas para la idea de “agua pura”	133
13	Selección y segmentación del producto	134
14	Dibujos preliminares para logotipo y eslogan del “agua pura”	137
15	Selección de logotipos para el producto “Brisas del Mar”	138
16	Prototipo final para los envases de agua pura	140
17	Etiqueta final para los envases de agua pura	141
18	Electrodos de medición	142
19	Modelo de máquina taponadora	142
20	Máquina llenadora automática	142
21	Vista frontal del prototipo del envase de agua pura	143
22	Vista lateral 1 del prototipo del envase de agua pura	143
23	Vista lateral 2 del prototipo del envase de agua pura	143
24	Logotipo de Agencias Maldonado, proveedora de envases	145
25	Logotipo de PREPAC, S. A. proveedor de etiquetas plásticas	146



26	Logotipo de cajas y empaques de Guatemala	146
27	Envase tipo PET para producto agua pura "Brisas del Mar"	147
28	Etiqueta del producto agua pura "Brisas del Mar"	147
29	Gráfica del punto de equilibrio de cuatro localizaciones posibles	173
30	Diagrama de precedencia para la línea de ensamble	176
31	Procedimiento de análisis de la información	179
32	Silla de ruedas	193
33	Sillas de ruedas	193
34	Forma común de presentación de la película de PVC: rollos de película doblada a la mitad.	242
35	Medidas del producto a empacar	243
36	Dimensiones del empaque	244
37	Producto ya empacado mostrando el desperdicio para cada empaque	245
38	Información sobre el sistema de planeación de la producción	248
39	Gráfica de producción mensual acumulada	252
40	Gráfica de barras de la producción diaria de la empresa	261
41	Flujograma de decisión de la evaluación de la práctica	272
42	Flujograma de decisión de cómo realizar capacitación	279
43	Diagrama de bloque de actividades propuestas en la práctica	281
44	Matriz de recorridos de la instalación	287
45	Diagrama causa y efecto sobre auditoría del manual	293
46	Procedimiento de mejora continua	296

## TABLAS

I	Niveles de Planificación	100
II	Sistema de planificación continuada	101
III	Material de empaque	135
IV	Tiempo estándar, tamaño de lotes y pronósticos	170

V	Costos fijos y variables de las comunidades	172
VI	Cálculo de costos fijos y variables de las comunidades	172
VII	Elementos de trabajo, tiempo y predecesores inmediatos	174
VIII	Cálculo de tiempos del elemento y tiempos de ocio	176
IX	Características técnicas de la silla de ruedas	183
X	Secuencia de órdenes	198
XI	Secuencia de órdenes y tiempos de fabricación	199
XII	Tiempo de operación y tiempo de flujo de la orden	200
XIII	Datos método PEPS	201
XIV	Tiempo promedio de terminación método PEPS	201
XV	Número promedio de órdenes en el sistema método PEPS	202
XVI	Retraso promedio en las órdenes de trabajo método PEPS	202
XVII	Datos método UEPS	203
XVIII	Tiempo promedio de terminación método UEPS	203
XIX	Número promedio de órdenes en el sistema método UEPS	204
XX	Retraso promedio en las órdenes de trabajo método UEPS	204
XXI	Datos método FMPT	205
XXII	Tiempo promedio de terminación método FMPT	205
XXIII	Número promedio de órdenes en el sistema método FMPT	206
XXIV	Retraso promedio en las órdenes de trabajo método FMPT	206
XXV	Datos método TPMB	207
XXVI	Tiempo promedio de terminación método TPMB	207
XXVII	Número promedio de órdenes en el sistema método TPMB	208
XXVIII	Retraso promedio en las órdenes de trabajo método TPMB	208
XXIX	Datos método TPMCT 1	209
XXX	Datos método TPMCT 1.1	209
XXXI	Tiempo promedio de terminación método TPMCT	210
XXXII	Número promedio de órdenes en el sistema método TPMCT	210
XXXIII	Retraso promedio en órdenes de trabajo método TPMCT	211

XXXIV	Datos método TPM 1	211
XXXV	Datos método TPM 1.1	212
XXXVI	Tiempo promedio de terminación método TPM	212
XXXVII	Número promedio de órdenes en el sistema método TPM	213
XXXVIII	Retraso promedio en las órdenes de trabajo método TPM	213
XXXIX	Resumen métodos secuencia de prioridades	214
XL	Balance de líneas	223
XLI	Cálculo de mano de obra directa	225
XLII	Cálculo de mano de obra indirecta	226
XLIII	Cálculo de costo del diseño	228
XLIV	Cálculo de alternativas de costo del diseño	228
XLV	Cálculo de gastos de administración	229
XLVI	Cálculo de beneficio por unidad	233
XLVII	Ventajas y desventajas de la planeación agregada	247
XLVIII	Datos reales de la demanda agregada	249
XLIX	Costos de modificación de la producción	249
L	Cálculo de pronósticos y producciones	250
LI	Datos para graficar producción acumulada	252
LII	Cálculo del plan mensual para un ritmo de producción con nivel constante	253
LIII	Cálculo del plan mensual para un ritmo de producción de persecución variable	256
LIV	Cálculo de tiempo extra plan persecución variable	259
LV	Cálculo del plan mensual para un ritmo de producción intermedio	260
LVI	Datos para realización de gráfico de producción diaria	261
LVII	Cálculo y agrupación de tendencias grupo 1	262
LVIII	Cálculo y agrupación de tendencias grupo 2	262
LVIX	Cálculo y agrupación de tendencias grupo 3	262

LX	Resumen de método de planeación agregada	265
LXI	Mercados para el proveedor de la industria eléctrica	286
LXII	Distribución física actual del Ministerio de Defensa	287
LXIII	Secuencia de órdenes de ejercicio propuesto 6	288
LXIV	Estaciones y tiempo estándar	288
LXV	Datos de costos y constante	290
LXVI	Datos reales de la demanda agregada ejercicio propuesto 8	291
LXVII	Costo de modificación de la producción ejercicio propuesto 8	291



## LISTA DE SÍMBOLOS

A o F	Adición o faltante
C	Tiempo de ciclo
C.M.O.D.	Costo de mano de obra directa
C.M.O.I.	Costo de mano de obra indirecta
C.R.P.	Cambio en el ritmo de producción
D.P.A	Días productivos acumulados
F.L.T.	Fecha límite de terminación
F.L.T.O.	Fecha límite de terminación de la orden
hr.	Hora
hrs.	Horas
min.	Minutos
no.	Número
N.O.	Número de operarios
Prod.	Producción
Pag.	Página
P.D.	Producción diaria
P.D.R.	Producción diaria real
P.E.	Punto de equilibrio
P.M.	Producción mensual
P.M.A.	Producción mensual acumulada
R.L.	Ritmo de línea
R.P.	Retraso promedio
T.E.	Tiempo estándar
T.F.	Tiempo de fabricación
T.F.O	Tiempo de flujo de la orden
T.J.E	Tiempo de jornada efectiva

T.O.O	Tiempo de operación de la orden
T.P.	Tasa de producción
T.P.T.	Tiempo promedio de terminación
V.I.	Valor del insumo
V.P.	Valor del producto

## GLOSARIO

<b>Agrimensores</b>	Es la rama de la topografía destinada a la delimitación de superficies, la medición de áreas y la rectificación de límites.
<b>Debate</b>	Discusión acerca de un tema en la que participan tanto auxiliares como estudiantes.
<b>Diagrama causa y efecto</b>	Es una forma de organizar y representar las diferentes teorías propuestas sobre las causas de un problema.
<b>Diagrama de bloque</b>	Es la representación gráfica del funcionamiento de las actividades de un sistema que se hace mediante bloques y sus relaciones.
<b>Doctrina</b>	Un conjunto de enseñanzas basadas en un sistema de creencias sobre una rama de conocimiento, campo de estudio o ciencia concreta.
<b>Eficiencia</b>	Hacer bien las cosas, administrando adecuadamente los recursos disponibles
<b>Estación de trabajo</b>	Espacio en el cual el operario realiza los elementos que conforman una operación.



<b>Flujograma</b>	Es la representación gráfica de la secuencia de actividades de un proceso.
<b>Insumos</b>	Son factores de la producción o recursos productivos.
<b>Método</b>	Técnica empleada para realización de una operación.
<b>Operación</b>	Cambio físico o químico que sufre una operación.
<b>Osmosis inversa</b>	Es el proceso en el que el agua es forzada a cruzar la membrana, dejando las impurezas detrás.
<b>Proceso</b>	Serie de operaciones que avanza la materia prima para su conversión en producto terminado.
<b>Taller</b>	Modalidad de enseñanza y estudio caracterizada por la actividad, la investigación operativa y el trabajo en equipo.

## RESUMEN

El presente trabajo de graduación fue desarrollado tomando en cuenta que en la actualidad la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, se está acreditando a nivel regional, y por lo tanto, se requieren manuales para las prácticas de los cursos profesionales, con la finalidad de proporcionar al catedrático auxiliar del curso de Diseño para la Producción y al estudiante de las carreras Ingeniería Industrial e Ingeniería Mecánica Industrial, una herramienta de apoyo para la aplicación de los distintos temas proporcionados en el curso.

El curso de Diseño para la Producción brinda al estudiante la oportunidad de aprender la utilización de elementos y técnicas que intervienen en el diseño de productos y/o servicios, y la importancia del elemento productivo en el desarrollo del sector industrial, para lo cual se ha diseñado una parte teórica con los conceptos y características básicas de cada uno de los módulos del programa del curso, para que los catedráticos y auxiliares puedan utilizarlo como referencia para impartir sus clases, y una parte práctica que contiene cada uno de los temas de aplicación, los cuales son desarrollados en nueve prácticas.

Con el desarrollo de las prácticas, el estudiante deberá comprender el compromiso que enfrenta como profesional de la ingeniería al crear productos y/o servicios de alta calidad, determinar el valor de diseñar los productos y/o servicios, realizar la planeación agregada de la producción, etc. Cada práctica estará dividida por una parte teórica en la cual se definirán los conceptos a tomar en cuenta en el desarrollo de cada práctica, y una parte práctica en la cual se desarrollarán ejemplos de las aplicaciones del curso.

Además, el manual contiene el procedimiento de evaluación de la práctica del curso, el cual se desglosa ponderando de manera equitativa actividades como: hojas de trabajo, exámenes cortos, reportes, proyecto de práctica y examen final. También se recomiendan algunas tareas para tomar en cuenta durante el desarrollo de las prácticas del curso.

Por último, se define el procedimiento para darle el seguimiento al manual, el cual será distribuido a las diferentes bibliotecas para que todos los usuarios puedan darle uso, también se define la forma de cómo se llevarán a cabo las capacitaciones a los entes interesados en darle uso al manual y cada una de las actividades que se desarrollarán en las prácticas. Al final, se establece la forma de llevar a cabo las auditorías al manual, con el objetivo de actualizarlo y realizarle las mejoras que sean necesarias.

## **OBJETIVOS**

### **GENERAL**

Elaborar un manual para las prácticas del curso Diseño para la Producción de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

### **ESPECÍFICOS:**

1. Describir el objetivo principal y la función de las prácticas para determinar la importancia del mismo.
2. Identificar y desarrollar los conceptos básicos del curso que proporcione al estudiante una guía para hacer frente al mercado laboral.
3. Proporcionar al catedrático auxiliar un material del curso Diseño para la Producción, que le sirva como herramienta para facilitar su sistema de enseñanza.
4. Brindarle a la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Universidad de San Carlos, una guía para poder ser tomada como parte de la bibliografía del curso.
5. Proporcionar al estudiante herramientas y formulas que le permitan solucionar con mayor facilidad los problemas planteados.
6. Brindarle al estudiante a través de la práctica, todo el proceso de selección y el diseño del producto.

7. Desarrollar en el estudiante la habilidad necesaria para comprender las técnicas de análisis y las técnicas de creatividad.
8. Enseñarle al estudiante la manera más eficiente y correcta de cómo determinar el valor del diseño.
9. Instruir al estudiante a que comprenda lo importante que es la ingeniería del empaque en el diseño de productos.
10. Que el estudiante comprenda lo importante que es la planeación agregada para determinar la capacidad de las operaciones.
11. Elaborar ejemplos y ejercicios que le permitan al estudiante aplicar los conocimientos adquiridos durante la práctica.

## INTRODUCCIÓN

Diseño para la Producción, es un curso del octavo semestre de la Escuela de Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, perteneciente al área de producción, el cual es de mucha importancia ya que en él se enseña al estudiante las diferentes estrategias para introducir nuevos productos al mercado, así como también a diseñar y a seleccionar el proceso correcto para cada tipo de producción, y otros temas de gran relevancia que hacen que éste sea uno de los cursos más importantes de la carrera.

La Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial se encuentra en el Proceso de Acreditación, es por ello que se hace necesario contar con los manuales para las prácticas de los cursos profesionales y así poder garantizar la calidad de la misma. En el manual de prácticas del curso Diseño para la Producción, se desarrollará cada uno de los módulos del programa del curso. Además, se desarrollan las diferentes prácticas que se deben realizar para poder poner en práctica la teoría y con ello tener una idea de cómo aplicarla en la realidad.

El diseño del Manual de Prácticas del curso Diseño para la Producción, establece una herramienta de apoyo que permite facilitar al estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial, su aprendizaje a través de un contenido actualizado con todos los temas y prácticas del curso, además de incluir problemas resueltos y problemas propuestos. Además, ayudará a normalizar el desarrollo de la práctica permitiendo que los catedráticos y auxiliares del curso puedan utilizar la misma metodología, facilitando así el proceso de enseñanza y permitiendo tomar el manual como la bibliografía del curso.

## **1. ANTECEDENTES GENERALES**

### **1.1 Universidad de San Carlos de Guatemala**

#### **1.1.1 Historia**

La Universidad de San Carlos de Guatemala fue fundada por Real Cédula de Carlos II, el 31 de enero de 1676. Los estudios universitarios aparecen en Guatemala desde mediados del siglo XVI, cuando el primer obispo del reino de Guatemala, Licenciado Francisco Marroquín, funda el Colegio Universitario de Santo Tomás, en el año de 1562, para becados pobres; con las cátedras de filosofía, derecho y teología. Los bienes dejados para el colegio universitario se aplicaron un siglo más tarde para formar el patrimonio económico de la Universidad de San Carlos, juntamente con los bienes que legó para fundarla, el correo mayor Pedro Crespo Suárez.

Hubo ya desde principios del siglo XVI otros colegios universitarios, como el Colegio de Santo Domingo y el Colegio de San Lucas, que obtuvieron licencia temporal de conferir grados académicos. Igualmente hubo estudios universitarios desde el siglo XVI, tanto en el Colegio Tridentino como en el Colegio de San Francisco, aunque no otorgaron grados académicos. La Universidad de San Carlos logró categoría internacional, al ser declarada Pontificia por la Bula del Papa Inocencio XI, emitida con fecha 18 de junio de 1687. Además de cátedras de su tiempo: ambos derechos (civil y canónico), medicina, filosofía y teología, incluyó en sus estudios la docencia de lenguas indígenas.

Durante la época colonial, cruzaron sus aulas más de cinco mil estudiantes y además de las doctrinas escolásticas, se enseñaron la filosofía moderna y el

pensamiento de los científicos ingleses y franceses del siglo XVII. Sus puertas estuvieron abiertas a todos: criollos, españoles, indígenas y entre sus primeros graduados se encuentran nombres de indígenas y personas de extracción popular.

Los concursos de cátedras por oposición datan también desde esa época y en muchos de ellos triunfaron guatemaltecos de humilde origen, como el Doctor Tomás Pech, de origen indígena y el Doctor Manuel Trinidad de Avalos y Porres, hombre de modesta cuna, a quien se atribuye la fundación de la investigación científica en la Universidad de San Carlos, por la evidencia que existe en sus trabajos médicos experimentales, como transfusiones e inoculaciones en perros y otros animales.

La legislación contempló desde sus fases iniciales, el valor de la discusión académica, el comentario de textos, los cursos monográficos y la lección magistral. La libertad de criterio está ordenada en sus primeros estatutos, que exigen el conocimiento de doctrinas filosóficas opuestas dialéctica, para que el esfuerzo de la discusión beneficiara con sus aportes formativos la educación universitaria. El afán de reforma pedagógica y de lograr cambios de criterios científicos es también una característica que data de los primeros años de su existencia. Fray Antonio de Goicoechea fue precursor de estas inquietudes. En las ciencias jurídicas, cuyo estudio comprendía los derechos civil y canónico, también se registraron modificaciones significativas al incorporar el examen histórico del derecho civil y romano, así como el derecho de gentes, cuya introducción se remonta al siglo XVII en nuestra universidad. Asimismo, se crearon cátedras de economía política y de letras.

La Universidad de San Carlos ha contado también, desde los primeros decenios de su existencia, con representantes que el país recuerda con orgullo. El doctor



Felipe Flores sobresalió con originales inventos y teoría, que se anticiparon a muchas de ulterior triunfo en Europa. El doctor Esparragoza y Gallardo puede considerarse un extraordinario exponente de la cirugía científica, y en el campo del derecho, la figura del doctor José María Álvarez, autor de las renombradas Instituciones de Derecho Real de Castilla y de Indias, publicadas en 1818. Los primeros atisbos de colegiación pueden observarse desde el año de 1810, cuando se fundó en Guatemala el ilustre Colegio de Abogados, cuya finalidad principal era la protección y depuración del gremio. Esta institución desapareció en el último cuarto del siglo XIX, para resurgir en el año de 1947.

A semejanza de lo que ocurrió en otros países de América Latina, nuestra universidad luchó por su autonomía, que había perdido a fines del siglo pasado, y la logró con fecha 9 de noviembre del año 1944, decretada por la Junta Revolucionaria de Gobierno. Con ello se restableció el nombre tradicional de la Universidad de San Carlos de Guatemala y se le asignaron rentas propias para lograr un respaldo económico. La Constitución de Guatemala emitida en el año de 1945, consagró como principio fundamental la autonomía universitaria, y el Congreso de la República complementó las disposiciones de la Carta Magna con la emisión de una Ley Orgánica de la Universidad, y una Ley de Colegiación obligatoria para todos los graduados que ejerzan su profesión en Guatemala.

Desde septiembre del año 1945, la Universidad de San Carlos de Guatemala funciona como entidad autónoma con autoridades elegidas por un cuerpo electoral, conforme el precepto legal establecido en su Ley Orgánica, y se ha venido normado por los siguientes principios que, entre otros, son el producto de la Reforma Universitaria en 1944: Libertad de elegir autoridades universitarias y personal docente, o de ser electo para dichos cuerpos sin ingerencia alguna del Estado. Asignación de fondos que se manejan por el

Consejo Superior Universitario con entera autonomía. Libertad administrativa y ejecutiva para que la Universidad trabaje de acuerdo con las disposiciones del Consejo Superior Universitario. Dotación de un patrimonio consistente en bienes registrados a nombre de la Universidad. Elección del personal docente por méritos, en examen de oposición. Participación estudiantil en las elecciones de autoridades universitarias. Participación de los profesionales catedráticos y no catedráticos en las elecciones de autoridades.

### **1.1.2 Visión**

La Universidad de San Carlos de Guatemala es la institución de educación superior estatal, autónoma, con una cultura democrática, con enfoque multi e intercultural, vinculada y comprometida con el desarrollo científico, social y humanista, con una gestión actualizada, dinámica y efectiva y con recursos óptimamente utilizados para alcanzar sus fines y objetivos, formadora de profesionales con principios éticos y excelencia académica.

### **1.1.3 Misión**

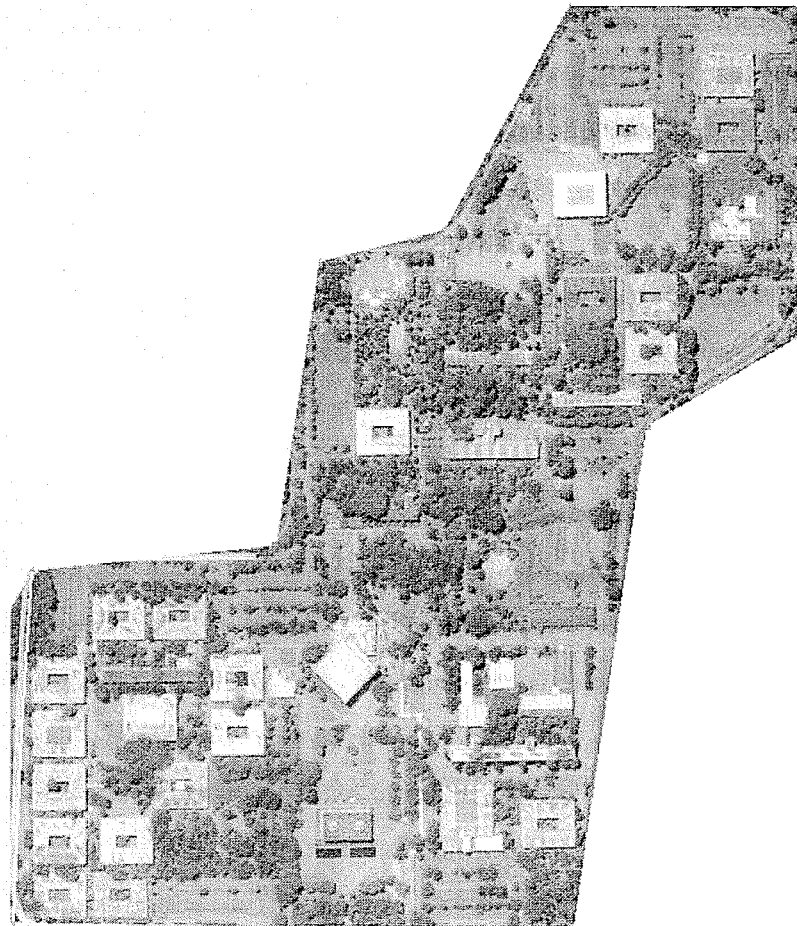
En su carácter de única universidad estatal le corresponde con exclusividad dirigir, organizar y desarrollar la educación superior del Estado y la educación estatal, así como la difusión de la cultura en todas sus manifestaciones. Promoverá por todos los medios a su alcance la investigación en todas las esferas del saber humano y cooperará al estudio y solución de los problemas nacionales.

Su fin fundamental es elevar el nivel espiritual de los habitantes de la República, conservando, promoviendo y difundiendo la cultura y el saber científico.

Contribuirá a la realización de la unión de Centro América y para tal fin procurará el intercambio de académicos, estudiantes y todo cuanto tienda a la vinculación espiritual de los pueblos del istmo.

#### 1.1.4 Ubicación

**Figura 1. Mapa ciudad universitaria  
(Universidad de San Carlos de Guatemala)**



Fuente: <http://img167.imageshack.us/i/usacg4.jpg/>

## 1.2 Facultad de Ingeniería

### 1.2.1 Historia

La Universidad de San Carlos, en su época inicial graduaba teólogos, abogados y, más tarde, médicos. Hacia 1769 se crearon los cursos de Física y Geometría, paso que marcó el inicio de la enseñanza de las Ciencias Exactas en el Reino de Guatemala. En 1834, siendo Jefe del Estado de Guatemala el Dr. Mariano Gálvez, se creó la Academia de Ciencias, sucesora de la Universidad de San Carlos, implantándose la enseñanza del Álgebra, Geometría, Trigonometría y Física. Se otorgaron títulos de Agrimensores, siendo los primeros graduados Francisco Colmenares, Felipe Molina, Patricio de León y nuestro insigne poeta José Batres Montufar.

La Academia de Ciencias funcionó hasta 1840, año en que bajo el gobierno de Rafael Carrera, volvió a transformarse en la Universidad. En ese año, la Asamblea publicó los estatutos de la nueva organización exigiendo que para obtener el título de Agrimensor, era necesario poseer el título de Bachiller en Filosofía, tener un año de práctica y aprobar el examen correspondiente. La Revolución de 1871 hizo tomar un rumbo distinto a la enseñanza técnica superior. Y no obstante que la Universidad siguió desarrollándose, se fundó la Escuela Politécnica en 1873, para formar ingenieros militares, topógrafos y de telégrafos, además de oficiales del ejército. Decretos gubernativos específicos de 1875 son el punto de partida cronológico para considerar la creación formal de las carreras de ingeniería en la recién fundada Escuela Politécnica; carreras que más tarde se incorporaron a la Universidad.

En 1879 se estableció la Escuela de Ingeniería en la Universidad de San Carlos de Guatemala y por Decreto Gubernativo, en 1882, se elevó a la categoría de

Facultad dentro de la misma Universidad, separándose así de la Escuela Politécnica. El Ing. Cayetano Batres del Castillo fue el primer Decano de la Facultad de Ingeniería, siendo sustituido dos años más tarde por el Ing. José E. Irungaray, período en que se reformó el programa de estudios anterior, reduciéndose de ocho a seis años la carrera de Ingeniería. En 1894, por razones de economía, la Facultad de Ingeniería fue adscrita nuevamente a la Escuela Politécnica, iniciándose un período de inestabilidad para esta Facultad, que pasó alternativamente de la Politécnica a la Universidad y viceversa, varias veces, ocupando diversos locales, incluyendo el edificio de la Escuela de Derecho y Notariado. Dentro de esas vicisitudes cabe mencionar que en 1895 se iniciaron nuevamente los estudios de Ingeniería en la Escuela Politécnica, ofreciendo las carreras de Ingeniero Topógrafo, Ingeniero Civil e Ingeniero Militar; Habiéndose graduado once ingenieros civiles y militares. La anterior inestabilidad terminó con la supresión de la Escuela Politécnica en 1908, a raíz de los acontecimientos políticos acaecidos en ese año. El archivo de la Facultad siguió en el mismo lugar hasta 1912, año en que fue depositado temporalmente en la Facultad de Derecho.

A partir de 1908, la Facultad tuvo una existencia ficticia. Hasta 1918, la Universidad fue reabierta por el Gobierno de Estrada Cabrera y a la Facultad de Ingeniería se le denominó Facultad de Matemáticas. Entre 1908 y 1920, a pesar de los esfuerzos de los ingenieros guatemaltecos, y por causa de la desorganización imperante, apenas pudieron incorporarse tres ingenieros que habían obtenido títulos en el extranjero. En 1920 la Facultad reinicia sus labores en el edificio que ocupó durante muchos años frente al parque Morazán, ofreciendo irónicamente la carrera de Ingeniero Topógrafo hasta 1930. Es interesante observar que durante ese período se incorporaron 18 ingenieros de otras especialidades, entre ellos cuatro ingenieros electricistas. En 1930 se reestructuraron los estudios estableciéndose la carrera de

Ingeniería Civil. De este hecho arranca la época moderna de esta Facultad. Debido a la preocupación existente entre profesores y alumnos, en 1935 se impulsaron más reformas, elevando el nivel académico y la categoría del currículum. El nuevo plan incluía conocimientos de Física, Termodinámica, Química, Mecánica y Electricidad; cursos que en resumen, constituían los conocimientos fundamentales para afrontar las necesidades de desarrollo de Guatemala en el momento en que se daba el primer impulso a la construcción moderna y a una naciente industria.

El año 1944 sobresale por el reconocimiento de la Autonomía Universitaria y la asignación a la Universidad de sus recursos financieros por medio del presupuesto nacional, fijados por la Constitución de la República. A partir de entonces, la Facultad de Ingeniería se independiza de las instituciones gubernamentales y se integra al régimen autónomo estrictamente universitario. Este desarrollo de la Facultad también provocó un incremento progresivo de la población estudiantil, por lo que fue necesario su traslado a un local más amplio. En 1947, se trasladó a la 8ª. Avenida y 11 calle de la zona 1. Este edificio, ya desaparecido, fue ocupado hasta 1959, año en que la Facultad se trasladó a sus instalaciones definitivas en la Ciudad Universitaria, zona 12. En 1947, la Facultad ofrecía solamente la carrera de Ingeniería Civil: en este año se cambiaron los planes de estudios al régimen semestral en el que, en lugar de seis años, se establecieron doce semestres para la carrera.

La Escuela Técnica de la Facultad de Ingeniería fue fundada en el año 1951 con el fin de capacitar y ampliar los conocimientos de los operarios de la construcción. Cuando el Instituto Técnico Vocacional incluyó dentro de sus programas esta labor, la Escuela Técnica, para evitar duplicidad de esfuerzos orientó sus actividades hacia otros campos, siempre dentro del área de la ingeniería, en cumplimiento de las funciones de extensión universitaria que le

son propias. Una de las actividades realizadas fue la creación, en 1968 del curso de Capacitación de Maestros de Obra, con un plan de estudios de dos semestres, al final de los cuales se extiende el diploma correspondiente. Además, dentro de la Facultad de Ingeniería fue creada la carrera de Ingeniero Arquitecto, en 1953, paso que condujo, posteriormente, a la creación de la Facultad de Arquitectura. Así también, en 1959 se creó el Centro de Investigaciones de Ingeniería, con participación de varias instituciones públicas y privadas, para fomentar y coordinar la investigación científica. En el año 1965 inició su funcionamiento el Centro de Cálculo Electrónico. Dotado de computadoras y del equipo periférico necesario, poniendo al servicio de catedráticos, investigadores y alumnos, los instrumentos necesarios para el estudio y aplicación de los métodos modernos de procesamiento de la información, lo que constituyó un evento importante a nivel nacional y regional.

En 1966 se estableció en la Facultad de Ingeniería un primer programa regional centroamericano de estudios a nivel de postgrado, creándose la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y la Maestría en Ingeniería Sanitaria. Estos estudios son reconocidos internacionalmente. Posteriormente, ese mismo programa se amplió, con la Maestría en Recurso Hidráulicos. La Escuela de Ingeniería Química, que funcionaba en la Facultad de Farmacia desde 1939, se integró a la Facultad de Ingeniería en 1967. En 1967 también se estableció la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, teniendo a su cargo las carreras de Ingeniería Industrial, Ingeniería Mecánica y la combinada de Ingeniería Mecánica Industrial. Por su parte, la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica se creó en 1968, la que administra las carreras de Ingeniería Eléctrica y la combinada de Ingeniería Mecánica Eléctrica. Posteriormente, en 1970, se creó la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas. Al final de la década de 1960, se estudió la reestructuración y modernización del Plan de Estudios de la Facultad y por el Honorable Consejo Superior Universitario en octubre y

noviembre de 1970, respectivamente. Fue así como en el año de 1971, se inició la ejecución del Plan de Reestructuración de la Facultad de Ingeniería, PLAN DEREST, que impulsaba la formación integral de los estudiantes de Ingeniería para una participación cada vez más efectiva de la ingeniería en el desarrollo del país. El Plan incluyó la aplicación de un pensum Flexible que permite la adaptación al avance tecnológico, a las necesidades de desarrollo productivo del país, así como a la vocación de los estudiantes. En 1974 se creó la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado para todas las carreras de la Facultad de Ingeniería. En 1975 fueron creados los estudios de Postgrado en Ingeniería de Recursos Hidráulicos, en tres opciones: Calidad del Agua, Hidrología e Hidráulica. En 1976, se creó la Escuela de Ciencias, encargada de atender la Etapa Básica o común de las diferentes carreras de Ingeniería. En 1980 se establecieron, dentro de la Escuela de Ciencias, las carreras de Licenciatura en Matemática Aplicada y de Licenciatura en Física Aplicada. En 1984 fue creado el Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas, que inició sus actividades con un programa de estudios de hidrocarburos y varios cursos sobre exploración y explotación minera, geotecnia, pequeñas centrales hidroeléctricas e investigación geotérmica. Con el apoyo del Ministerio de Energía y Minas, la Organización Latinoamericana de Energía, OLADE y los países amigos: México, Venezuela, Brasil, Honduras, Nicaragua, República Dominicana y Haití.

En 1986, la carrera de Ingeniería Mecánica se separó de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial. Así mismo, debido al avance tecnológico en la rama de Ingeniería Eléctrica, en 1989 se creó la carrera de Ingeniería Electrónica, a cargo de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica. En 1994 se creó la unidad académica de Servicio de Apoyo al Estudiante y de Servicio de Apoyo al Profesor, llamada por sus siglas SAE/SAP, la que tiene como fin prestar apoyo a los estudiantes por medio de la ejecución de programas de



orientación en el plano académico, administrativo y social y para facilitar la labor docente y de investigación de los profesores.

En 1995 se expandió la cobertura académica de la Escuela de Postgrado con los estudios a nivel de Maestría en Sistemas de Construcción y en Sistemas de Ingeniería Vial, y en 1996 se estableció la Maestría en Sistemas de Telecomunicaciones. En 1998, se abrió la opción de Ingeniería Civil con Diplomado en Administración, que incluye un grupo de clases adicionales en la carrera de Ingeniería Civil, para formar especialistas en Administración. A partir de 1999, se aplica un examen de ubicación a todos los alumnos de primer ingreso, y se abrió un área fuera de las carreras, que administra cursos de nivelación para los estudiantes que lo requieren. En 1999, se remodeló un área del Edificio de Aulas, T-3, para instalar el Laboratorio de Computación de la Facultad de Ingeniería, para uso de los estudiantes que cursan las etapas de Ciencias de Ingeniería y de Cursos Profesionales. También se completaron las instalaciones de la Red de Ingeniería, que comunica internamente (intranet) a las diferentes escuelas, centros, coordinaciones y unidades ejecutoras, y externamente se comunica con Internet.

Actualmente la Facultad de Ingeniería se encarga de formar profesionales de la Ingeniería con valores éticos, capaces de generar y adaptarse a los cambios del entorno conscientes de la realidad nacional y comprometidos con la sociedad, para que a través de la aplicación de la ciencia y la tecnología apropiada contribuyan al bien común y al desarrollo sostenible del país y la región.

### **1.2.2 Visión**

Ser una Institución Académica con incidencia en la solución de la problemática nacional, formando profesionales en las distintas áreas de la Ingeniería, con

sólidos conceptos científicos, tecnológicos, éticos y sociales, fundamentados en la investigación y promoción de procesos innovadores orientados hacia la excelencia profesional.

### **1.2.3 Misión**

Formar profesionales en las distintas áreas de la Ingeniería que, a través de la aplicación de la ciencia y la tecnología, conscientes de la realidad nacional y regional, y comprometidos con nuestras sociedades, sean capaces de generar soluciones que se adapten a los desafíos del desarrollo sostenible y los retos del contexto global.

## **1.3 Escuela de Mecánica Industrial**

### **1.3.1 Visión**

En el año 2002 la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial acreditada, a nivel regional y con excelencia académica, es líder en la formación de profesionales íntegros, de la Ingeniería Industrial, Mecánica Industrial y disciplinas afines, que contribuyen al desarrollo sostenible del entorno.

### **1.3.2 Misión**

Preparar y formar profesionales de la Ingeniería Industrial, Mecánica Industrial y disciplinas afines, capaces de generar e innovar sistemas y adaptarse a los desafíos del contexto global.

### 1.3.3 Valores

El compromiso que adquiere la Escuela de Mecánica Industrial en la formación de los profesionales de las carreras de Ingeniería Industrial y Ingeniería Mecánica Industrial, egresados de la Facultad de Ingeniería de la USAC. Se fundamentan sobre tres pilares:

- **Integridad:** Asumimos una firme adhesión a un código de valores morales y éticos en todas nuestras acciones.
- **Excelencia:** Aspiramos al más alto nivel académico, en la preparación y formación de nuestros egresados, que constituye el fundamento de su competencia profesional.
- **Compromiso:** Cumplimos con los requerimientos y expectativas de la sociedad en la formación de nuestros profesionales.

### 1.3.4 Política de calidad

Tomamos decisiones día tras día, aplicando nuestro código de valores morales y éticos, para alcanzar la excelencia en la formación académica de nuestros profesionales, en cumplimiento de los requerimientos y expectativas de la sociedad.

## 1.4 Diseño para la Producción

En una era globalizada y debido al crecimiento diario en el sector industrial se hace necesario que el estudiante de las carreras de Ingeniería Industrial e Ingeniería Mecánica Industrial adquiera conocimientos así como desarrolle

habilidades que le ayuden en su desarrollo profesional para afrontar los cambios en este mundo que cada vez se hace más competitivo

Diseño para la producción es un curso del octavo semestre de la carrera de Ingeniería Industrial e Ingeniería Mecánica Industrial de la Universidad de San Carlos de Guatemala perteneciente al área de producción, esta asignatura está enfocada a enseñar al estudiante la utilización de elementos y técnicas que intervienen en el diseño para la producción, considerando diseño de productos y/o servicios y la importancia del elemento productivo, desarrollándose en seis fases: 1) Planeamiento y Diseño, 2) Métodos y Técnicas de Diseño, 3) Investigación y Desarrollo, 4) Ingeniería de Empaque, 5) Sistemas Justo a Tiempo, 6) Planeación Agregada.

El curso Diseño para la Producción está dividido en dos partes: 1. Cátedra Magistral, 2. Práctica

#### **1.4.1 Cátedra magistral**

Cuando hablamos de cátedra magistral nos referimos a la impartida por el catedrático del curso, la cual consiste en una charla del catedrático en la cual los estudiantes generalmente se limitan a tomar notas de lo impartido por el mismo, a la vez suele haber participación por parte del estudiante volviendo la cátedra magistral una cátedra mas práctica, realizando: “Debates”, “Presentaciones”, “Grupos de Trabajo”, “Talleres” y cualquier otra forma de aprendizaje que implique participación activa del estudiante.

#### **1.4.1.1 Objetivos de la cátedra**

Brindarle al estudiante toda la información del curso diseño para la producción de manera que este comprenda cada uno de los módulos desarrollados por el catedrático del curso el cual impartirá todos sus conocimientos adquiridos por medio de documentos y desarrollando discusiones de trabajo e interpretando los conceptos fundamentales del planteamiento y diseño para la producción.

Que el catedrático del curso enseñe al estudiante a asumir actitudes críticas y objetivas, las que evidenciara en el estudio y la solución de los problemas que examina la administración, el diseño para la producción, especialmente los referentes a la realidad industrial guatemalteca.

#### **1.4.1.2 Importancia de la cátedra**

La cátedra magistral del curso Diseño para la Producción es de gran importancia ya que en ella el catedrático le enseña al estudiante a comprender todos los conceptos y características básicas del curso realizando exposiciones y desarrollando actividades prácticas en las cuales el estudiante pueda incrementar su deseo de investigación y participación dentro del salón de clases.

#### **1.4.1.3 Metodología de la cátedra**

##### **1.4.1.3.1 Marco teórico**

Docencia Directa desarrollada por el catedrático en el cual el mismo aporta sus conocimientos de cada uno de los temas del curso por medio de exposiciones

dinámicas en las cuales el estudiante puede aportar sus puntos de vista y desarrollar preguntas las cuales el docente responde de manera efectiva.

Además se utilizan folletos para facilitar la comprensión y el proceso de aprendizaje del estudiante ya que el catedrático explica lo más importante de cada tema.

Redacción de Ensayos, Notas Técnicas y Resúmenes realizados por el estudiante con el objeto de poner en práctica lo enseñado por el catedrático del curso.

#### **1.4.1.3.2 Marco práctico**

Se realizan trabajos de investigación de forma individual y de grupo de manera que el estudiante fortalezca sus conocimientos y exponga lo comprendido en las investigaciones.

El auxiliar de la cátedra desarrolla hojas de trabajo y exámenes cortos acerca de lo impartido por el catedrático en la clase.

#### **1.4.2 Práctica del curso**

La Práctica del curso Diseño para la Producción permite al estudiante poner en práctica los conceptos adquiridos en la cátedra magistral, y con ello facilitar su proceso de aprendizaje, comprendiendo y entendiendo la teoría de forma práctica.

La Práctica a su vez permitirá al estudiante desarrollar casos prácticos que tenga bastante relación con lo que ocurre en el sector industrial para que los

mismos al salir al mercado laboral puedan aplicar con mayor facilidad sus conocimientos y herramientas adquiridas.

Además proporciona al estudiante todas las herramientas básicas que le permitirán desarrollar sus actividades laborales y proponer las mejores soluciones a los acontecimientos que se le presenten en los procesos industriales.

#### **1.4.2.1 Objetivo de la práctica**

Fortalecer y reforzar los conocimientos adquiridos en la cátedra magistral a efecto que el estudiante ponga en práctica todos los conceptos, características y herramientas aprendidas, resolviendo casos reales.

Instruir al estudiante para que se familiarice con los problemas en los procesos industriales del mercado laboral para que en su vida profesional aproveche las oportunidades que brinda el mercado.

Desarrollar trabajos en equipo que beneficien en el proceso de formación de los estudiantes ya que el intercambio de ideas y pensamientos, así como la transmisión de conocimientos constituyen el pilar del desarrollo en el proceso de aprendizaje.

Crear en el estudiante una visión amplia que le permita facilitar la interpretación de resultados y tomar decisiones claras en la solución de los problemas que se le presenten en el futuro.

Desarrollar proyectos para la aplicación de las herramientas aprendidas en la cátedra magistral

#### **1.4.2.2 Importancia de la práctica**

La Práctica es de gran enseñanza en el proceso de aprendizaje ya que le permite al Auxiliar enseñar el contenido del curso mediante la aplicación de la teoría y la práctica vista en la cátedra magistral, por lo cual es de gran importancia que este se encuentre bien preparado para impartir la práctica y tenga el conocimiento de cuál es la finalidad y la forma de aplicar cada uno de los temas de aplicación.

La Práctica tiene como objetivo que el estudiante aprenda a resolver casos reales aplicando las herramientas adquiridas en el mismo y haciendo el proceso de aprendizaje de una manera dinámica en la que el estudiante pueda acercarse a la realidad del mercado laboral.

Entonces podemos decir que la Práctica de Diseño para la Producción permite al estudiante de Ingeniería Industrial e Ingeniería Mecánica Industrial adquirir habilidades y destrezas que le ayudaran a interpretar resultados y a tomar decisiones a los problemas que se le planteen en el futuro. Además enseña al estudiante a comprender la importancia de trabajar en equipo para fortalecer su desarrollo profesional.

#### **1.4.2.3 Metodología de la práctica**

##### **Marco teórico**

Por medio de los conceptos y características básicas de cada práctica explicados de forma clara con el objeto de facilitar el proceso de aprendizaje del estudiante.



La parte teórica de la práctica contiene las definiciones de los conceptos utilizados durante la práctica con la finalidad de que el estudiante pueda contar con una guía para resolver los ejercicios propuestos.

Documentos de apoyo con los conceptos más importantes de la práctica, lo que ayudara al estudiante a reforzar sus conocimientos explicados por el catedrático del curso en la cátedra magistral.

### **Marco práctico**

La parte práctica cuenta con ejemplos resueltos por el auxiliar de la práctica de cada uno de los temas de aplicación donde el estudiante debe comprender la aplicación de los conceptos explicados y la manera correcta de interpretar los resultados.

Casos de Estudio donde el estudiante debe aplicar las herramientas adquiridas durante la cátedra magistral y la práctica con el objeto que se familiarice con los problemas del mercado laboral.

Trabajos en grupo de manera que los estudiantes aprendan a trabajar en equipo y a tomar decisiones en conjunto.

Prácticas de campo realizadas por el estudiante en compañía de los auxiliares a diferentes empresas del medio nacional.



## **2. CONCEPTOS Y CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DEL CURSO DISEÑO PARA LA PRODUCCIÓN**

### **2.1 Módulo 1 (Planeamiento y Diseño)**

#### **2.1.1 Factores que Intervienen en el Diseño para la Producción**

##### **Administración de operaciones**

La administración de operaciones es un área funcional importante en toda organización, con la responsabilidad de convertir los insumos en productos con valor.

##### **Qué incluye el área de operaciones**

- Estrategias de Operaciones
- Diseño del Proceso de Transformación
- Administración de Inventarios
- Programación

##### **Con qué otras áreas se interrelaciona el área de operaciones**

- Mercadotecnia
- Finanzas
- Contabilidad
- Recursos Humanos
- Sistemas de Información
- Compras
- Comercialización

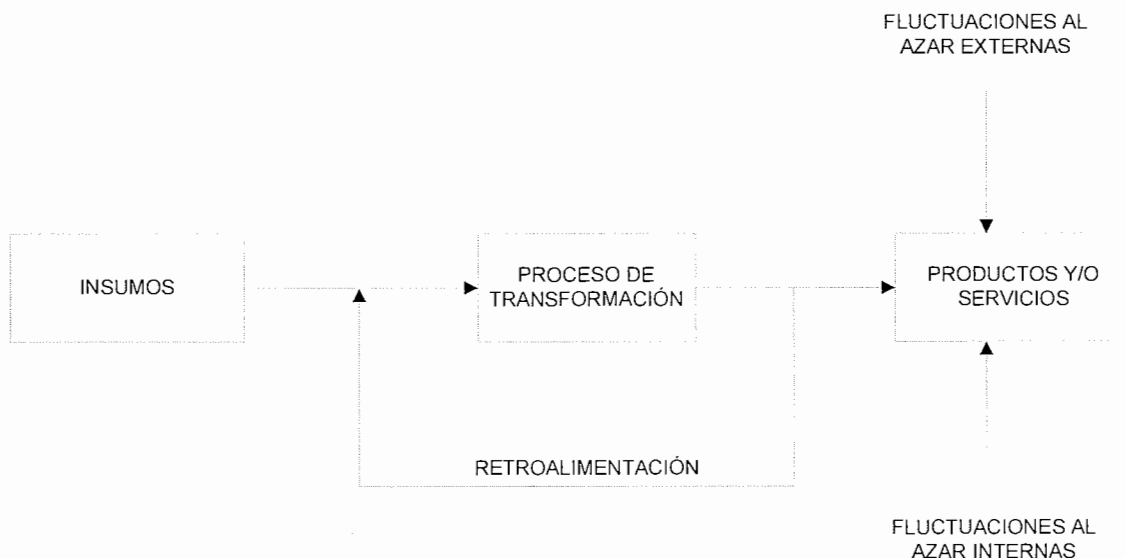
## Responsabilidad del área de operaciones

- El área de operaciones generalmente es responsable de un 80% de todos los activos físicos de la organización.
- Así como del 60 al 80% de todos los recursos humanos.

## Proceso de Transformación

También se conoce como un proceso de conversión, en el se incluyen diagramas de flujo, de recorrido, diagramas relativos al operario como el Hombre – Máquina, diagramas de Carga, diagramas Bi-manual y todos aquellos diagramas que nos permiten la medición.

**Figura 2. Proceso de transformación de productos o servicios**



## Insumos

- **Mano de Obra:** a) Directa  
b) Indirecta
- **Infraestructura**
- **Servicios:** a) Agua Potable  
b) Teléfono  
c) Internet  
d) Energía Eléctrica
- **Materiales:** a) Locales  
b) Importados
- **Maquinaria**
- **Equipo**
- **Herramienta**
- **Capital**

El corazón del sistema de producción es el proceso de transformación, que añade valor a los insumos a través de una amplia gama de actividades tales como: alterar u operación, transportar, almacenar e inspeccionar.

- **Factor al azar externo**

Son aquellos que no podemos controlar. Ej. El cambio de la moneda, el IVA externo a la empresa.

- **Factor al azar interno**

Son aquellas fluctuaciones que si podemos controlar en un proceso. Ej. Las huelgas, la falta de material, estas son controlables y se pueden considerar como imprevistas.

### **Supervisión**

El proceso de producción incluye un sistema para supervisar los datos de los insumos, los del sistema de transformación, de los productos y de los ambientes, proporcionando así un control mediante retroalimentación a través de acciones para modificar los insumos y procesos de transformación.

### **Proceso de producción en servicios**

El proceso de producción para los servicios difiere desde los productos porque los servicios generalmente son intangibles, implican un alto grado de contacto y participación del cliente, se consumen de inmediato, emplean gran cantidad de mano de obra y sus características de calidad son vagas.

### **Prototipos**

Modelo o versión inicial de un producto previsto para probar y desarrollar el diseño, antes de invertir en el equipo necesario para fabricar en serie un producto, el fabricante debe estar convencido de que el diseño es seguro y viable x esa razón los diseñadores e ingenieros emplean prototipos para conseguirlo. Los prototipos pueden ser muy sencillos con pocos componentes. Ej. Para averiguar la velocidad de una cuchilla de un porta césped cuando es impulsado por un motor eléctrico determinado, lo único que hacía falta para

realizar el prototipo sería contar con un motor, una cuchilla y una fuente de alimentación.

El papel fundamental de un prototipo es reducir el riesgo de errores de diseño. Con los prototipos los fabricantes pueden adquirir confianza en sus diseños y justificar la inversión necesaria para su producción en serie.

### **Necesidades**

Se deben cubrir en el caso del diseño de productos tanto tangibles como intangibles. Algo que falta para satisfacer una necesidad se convierte o transforma en un producto o servicio.

### **Ideas**

Es todo aquello que se va generando y sirve para crear productos o servicios deben ser enfocadas al receptor.

### **Características del diseño**

Se asignan calificaciones a cada característica en la que posea mejor promedio se acepta. Entre estas características se encuentra: La función del producto, costo, tamaño, apariencia, calidad, confiabilidad, efecto en el ambiente, productividad, oportunidad, accesibilidad, insumos.

Estas características se forman por los consumidores, usuarios, gente que trabaja en producción, distribuidores, vendedores, ingenieros de planta, competencia.

## **Imagen de un producto y/o servicio**

Es de gran importancia en el diseño de la producción, pues permite disminuir los costos de producción y mercadeo e influye en la toma de decisiones. Entre los tipos de imágenes que existen tenemos: Imagen Visual, Imagen Auditiva, Imagen Mental.

- **Imagen visual y táctil:** Generada por la presentación, forma, estilo. Ej. Empaques, la presentación, logotipo, colores, nombre, etc.
- **Imagen auditiva:** Generada por el nombre, marca, música. Ej. La música, la voz, etc.
- **Imagen mental:** Son asociaciones que despierta el producto y/o servicio.

### **2.1.2 Diseño del producto**

El diseño de nuevos productos es crucial para la supervivencia de la mayoría de las empresas. Aunque existen algunas firmas que experimentan muy poco cambio en sus productos, la mayoría de las compañías deben revisarlos en forma constante. En las industrias que cambian con rapidez, la introducción de nuevos productos es una forma de vida y se han desarrollado enfoques muy sofisticados para presentar nuevos productos.

El diseño del producto casi nunca es responsabilidad única de la función de operaciones, sin embargo ésta se ve muy afectada por la introducción de nuevos productos y viceversa. La función de operaciones es el “receptor” de la introducción de nuevos productos. Al mismo tiempo, estos nuevos productos se ven limitados por las operaciones existentes y la tecnología. Sin embargo, es



posible definir un producto como el resultado de la función de operaciones y esto puede ser un bien o un servicio.

### 2.1.2.1 Estrategias para la introducción de nuevos productos

Existen tres maneras fundamentales de enfocar el proceso de introducción de nuevos productos: se le puede considerar como un impulso del mercado, un impulso de la tecnología o uno de naturaleza interfuncional. <sup>(1)</sup>

#### 1. Impulso del mercado:

De acuerdo con este enfoque, “se debe fabricar lo que se puede vender”. En este caso los nuevos productos quedan determinados por el mercado dando muy poca consideración a la tecnología existente y a los procesos de operaciones. Las necesidades del cliente son la base primordial (o única) para la introducción de nuevos productos. Se puede determinar el tipo de nuevos productos que se necesitan a través de la investigación de mercados o la retroalimentación de los consumidores. Después se producen estos productos.

<sup>(2)</sup>

#### 2. Impulso de la tecnología:

Este enfoque sugiere que “se debe vender lo que se puede hacer”. De acuerdo con esto, los nuevos productos deben derivarse de la tecnología de producción, con poca consideración al mercado. La tarea de mercadotecnia es la de crear un mercado y “vender” los productos que se fabrican. Este enfoque queda dominado por el uso vigoroso de la tecnología y la simplicidad en los cambios de operaciones. A través de un enfoque agresivo en investigación y desarrollo,

---

(1), (2), Páginas 93 y 95 del libro de Roger G. Schroeder “Administración de Operaciones”

y en operaciones, se crean productos de tipo superior que tienen una ventaja “natural” en el mercado. <sup>(3)</sup>

### **3. Interfuncional:**

Con este enfoque, la introducción de nuevos productos tiene una naturaleza interfuncional y requiere de la cooperación entre mercadotecnia, operaciones, ingeniería y otras funciones. El proceso de desarrollo de nuevos productos no recibe ni el impulso del mercado ni el de la tecnología, sino que queda determinado por un esfuerzo coordinado entre funciones. El resultado debe ser los productos que satisfacen las necesidades del consumidor mientras que se utilizan las mayores ventajas posibles en la tecnología.

El enfoque interfuncional casi siempre produce los mejores resultados. El enfoque también resulta más difícil de implementar debido a las rivalidades y fricciones interfuncionales. En muchos casos se utilizan mecanismos organizacionales especiales como diseños de matriz o fuerzas de apoyo, con el objeto de integrar distintos elementos de la organización. <sup>(4)</sup>

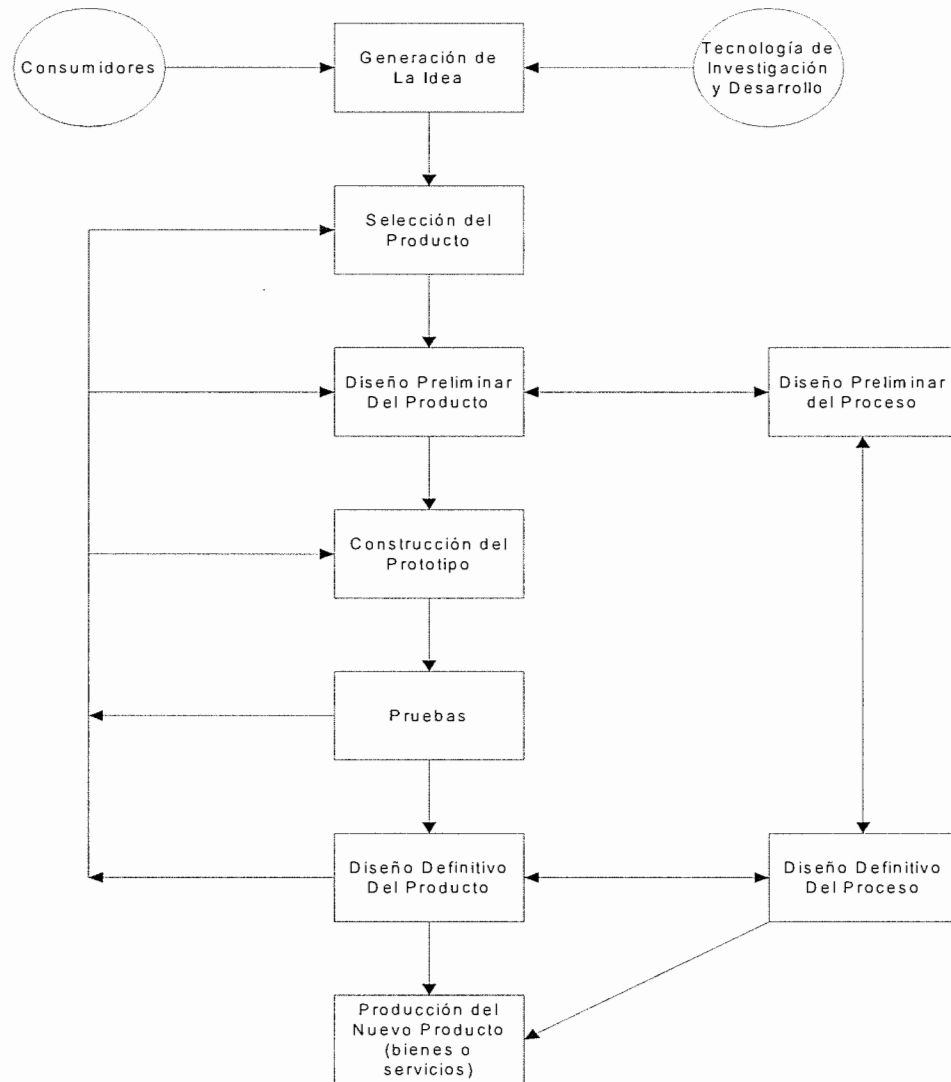
#### **2.1.2.2 Proceso de desarrollo de nuevos productos**

Independientemente de cuál sea el enfoque organizacional que se utilice para el desarrollo de nuevos productos, los pasos que se siguen para el desarrollo de nuevos productos son casi siempre los mismos. <sup>(5)</sup>

---

<sup>(3)</sup>, <sup>(4)</sup>, <sup>(5)</sup>, Páginas 95 y 96 del libro de Roger G. Schroeder “Administración de Operaciones”

**Figura 3. Proceso de desarrollo de nuevos productos**



### 1. Generación de la idea:

Como se hizo notar antes, las ideas se pueden generar a partir del mercado o a partir de la tecnología. Las ideas del mercado se derivan de las necesidades del consumidor. Por ejemplo, pueden existir la necesidad de un nuevo alimento para desayunos que sea nutritivo y sabroso o la necesidad de un nuevo tipo de

pintura doméstica que no se desprenda de la pared. La identificación de las necesidades del mercado puede llevar entonces al desarrollo de nuevas tecnologías y productos para satisfacer estas necesidades.

Por otro lado, las ideas también pueden surgir de la tecnología disponible o nueva. Cuando Du Pont inventó el nylon, se hizo posible tener una amplia gama de productos nuevos. Ejemplos de otras tecnologías que han dado origen a nuevos productos son los plásticos, semiconductores, circuitos integrados, computadoras y microondas. La explotación de la tecnología es una fuente muy rica de ideas para nuevos productos. <sup>(6)</sup>

## **2. Selección del producto:**

No todas las ideas nuevas deben desarrollarse para convertirlas en nuevos productos. Las ideas para nuevos productos deben pasar por lo menos tres pruebas: 1) el potencial de mercado, 2) la factibilidad financiera y 3) la compatibilidad con operaciones. Antes de colocar la idea de un nuevo producto en el diseño preliminar, se le debe someter a los análisis necesarios que se organizan alrededor de estas tres pruebas.

El propósito del análisis de selección de productos es identificar cuáles son las mejores ideas y no el de llegar a una decisión definitiva de comercialización y producción de un producto. Después del desarrollo inicial se pueden hacer análisis más extensos a través de pruebas de mercado y operaciones piloto antes de tomar la decisión final de introducir el producto. De esta manera, el análisis de selección de productos puede tener una naturaleza bastante subjetiva y basarse en información ciertamente limitada. <sup>(7)</sup>

### **3. Diseño preliminar del producto:**

Esta etapa del proceso de diseño de un producto se relaciona con el desarrollo del mejor diseño para la idea del nuevo producto. Cuando se aprueba un diseño preliminar, se puede construir un prototipo o prototipos para someterlos a pruebas adicionales y análisis. En el diseño preliminar se toma en cuenta un gran número de compensaciones entre costo, calidad y rendimiento del producto. El resultado deber ser un diseño de producto que resulte competitivo en el mercado y que pueda producir operaciones. Los objetivos de diseño son, por supuesto, difíciles de satisfacer.

Como resultado de la selección del producto, solamente se define su esqueleto. El diseño preliminar del producto entonces especifica por completo el producto. Por ejemplo, suponga que se va a diseñar un nuevo radio de banda civil debido a que en la etapa de selección del producto se identificó una falla en los productos existentes en el mercado. Se considera que se puede diseñar un radio con un desempeño superior a un precio medio si se incorporan los nuevos avances en miniaturización electrónica. <sup>(8)</sup>

### **4. Construcción del prototipo:**

La construcción del prototipo puede tener varias formas diferentes. Primero, se pueden fabricar a mano varios prototipos que se parezcan al producto final. Por ejemplo, en la industria automotriz es normal hacer modelos de arcilla de los automóviles nuevos. <sup>(9)</sup>

En la industria de servicios un prototipo podría ser un solo punto en donde se pueda probar el concepto de servicio en su uso real. Se puede modificar el servicio, si es necesario, para satisfacer mejor las necesidades del consumidor.

---

(8), (9), Página 98 del libro de Roger G. Schroeder "Administración de Operaciones"

Una vez que se ha probado el prototipo con éxito, se puede terminar el diseño definitivo y dar el servicio en franquicia y desarrollarlo a gran escala.

## **5. Pruebas:**

Las pruebas en los prototipos buscan verificar el desempeño técnico y comercial. Una manera de apreciar el desempeño comercial es construir suficientes prototipos como para apoyar una prueba de mercado para el nuevo producto. Las pruebas de mercado casi siempre duran entre seis meses y dos años y se limitan a una región geográfica pequeña. El propósito de una prueba de mercado es obtener datos cuantitativos sobre la aceptación que tiene el producto entre los consumidores. <sup>(10)</sup>

## **6. Diseño definitivo del producto:**

Durante la fase de diseño definitivo, se desarrollan dibujos y especificaciones para este producto. Como resultado de las pruebas en los prototipos se pueden incorporar ciertos cambios al diseño definitivo. Cuando se hacen cambios, el producto puede someterse a pruebas adicionales para asegurar el desempeño del producto final. La atención se enfoca entonces en la terminación de las especificaciones de diseño para que se pueda proceder con la producción. <sup>(11)</sup>

### **2.1.2.3 Análisis del valor**

Existe la necesidad de mejorar constantemente los productos y los servicios que se producen para seguir siendo competitivos. La innovación es una necesidad básica en todo lo que se hace. El análisis del valor o ingeniería del valor proporciona una manera conveniente de organizar la innovación, enfocada a mejorar el valor de los productos y de los servicios. <sup>(12)</sup>

---

(10), (11), (12). Páginas 99 y 105 del libro de Roger G. Schroeder "Administración de Operaciones"

El análisis del valor es una filosofía que busca eliminar todo aquello que origine costos y no contribuya al valor ni a la función del producto o del servicio. Su objetivo es satisfacer los requisitos de rendimiento del producto y las necesidades del cliente con el menor costo posible. El análisis del valor también es un enfoque organizado para analizar los productos y servicios en que se utilizan rutinariamente varias etapas y técnicas.

Existe una diferencia importante entre el costo y el valor. El costo es un término absoluto que se expresa en pesos y centavos y que mide los recursos que se utilizan para crear un producto o servicio. El costo frecuentemente incluye la mano de obra, los materiales y los costos indirectos. El valor, por otro lado, es la percepción que tiene el cliente de la relación de utilidad del producto y servicio con su costo. La utilidad incluye la calidad, confiabilidad y rendimiento de un producto para el uso que se busca dar. El valor es lo que busca el cliente: satisfacer sus necesidades con el menor costo. <sup>(13)</sup>

En el análisis de valor se utilizan los siguientes términos o definiciones:

- **Objetivo:** El propósito por el que existe el producto o servicio.
- **Función básica:** Una función básica, si se elimina, haría que el producto dejara de tener utilidad en términos de su objetivo.
- **Funciones secundarias:** Las funciones secundarias existen para apoyar una función básica debido a la manera en que se diseñó el producto en particular. <sup>(14)</sup>

Por ejemplo, al abrir una lata se puede tener lo siguiente:

- **Objetivo:** Sacar el contenido.
- **Función básica:** Abrir la Lata.

---

(13), (14). Página 106 del libro de Roger G. Schroeder "Administración de Operaciones"

- **Funciones secundarias:** Cortar la Tapa.

El análisis del valor casi siempre se realiza en cinco pasos: Planeación, Información, Diseño Creativo, Evaluación e Implementación. La etapa de planeación comienza al orientar a la organización hacia el concepto del análisis del valor. Se informa a las gerencias alta y media del potencial de análisis del valor y de los procedimientos involucrados para que puedan dar el apoyo necesario. Después se capacita al equipo y se le da un campo de trabajo para definir que cambios al producto se tomarán en consideración y algunos de los resultados que se esperan.

La fase de Información del estudio comienza al identificarse el objetivo del producto o del servicio, las funciones básicas y las funciones secundarias. Las funciones se describen normalmente con dos palabras: un juego de verbo y sustantivo como en el ejemplo anterior. <sup>(15)</sup>

La tercera fase del análisis del valor busca generar opciones creativas. Por ejemplo, podría ser posible reorganizar la oficina de reclamaciones y reducir la necesidad de ordenar el correo o puede comprarse equipo nuevo para automatizar algunas de las etapas de procesamiento. Durante esta fase debe mantenerse una atmósfera abierta y de innovación en el equipo para no asfixiar las ideas.

En la etapa de evaluación se observa la posibilidad de las ideas, su costo y la contribución que dan al valor. Se consolidan las mejores ideas en un plan para la mejora del producto o del servicio. <sup>(16)</sup>

---

(15), (16), Páginas 107 y 108 del libro de Roger G. Schroeder "Administración de Operaciones"



#### **2.1.2.4 Diseño modular**

El diseño modular hace posible tener una variedad de productos relativamente alta y, al mismo tiempo, una variedad de componentes baja. La idea fundamental es desarrollar una serie de componentes básicos para los productos (o módulos) que se pueden armar en gran número de productos diferentes. Para el cliente, aparentemente existe un gran número de productos diferentes. Para operaciones existe sólo un número limitado de componentes básicos.

El control del número de componentes diferentes que forman los productos tiene gran importancia para operaciones, puesto que esto hace posible producir con mayor eficiencia para lograr volúmenes mayores y también permite la estandarización de procesos y equipo. Un gran número de variaciones en los productos incrementa mucho la complejidad y el costo de las operaciones.

El diseño modular ofrece una manera fundamental de cambiar el enfoque de diseño del producto. En lugar de diseñar cada producto por separado, la compañía diseña productos alrededor de módulos de componentes estándar.<sup>(17)</sup>

#### **2.1.3 Diseño del proceso**

##### **2.1.3.1 Selección del proceso**

Las decisiones relacionadas con la selección del proceso determina el tipo de proceso productivo que se utilizará y la extensión apropiada de dicho proceso. Por ejemplo, los gerentes de un restaurante de comidas rápidas tomarán la decisión de producir los alimentos estrictamente de acuerdo con los pedidos de los clientes o tener algún tipo de inventario. Los administradores también

---

(17), Página 110 del libro de Roger G. Schroeder "Administración de Operaciones"

deben decidir si se organizará el flujo del proceso como una línea de alto volumen de producción o como un proceso de producción por lotes con volumen bajo. Más aún, es necesario decidir si la integración será enfocada hacia el mercado y/o hacia los proveedores. Todas estas decisiones ayudan a definir el tipo de proceso que se utilizará para fabricar el producto.

En ocasiones se considera a la selección de procesos como un problema de distribución de equipo o como una serie de decisiones de relativamente bajo nivel pero esto es un error puesto que la selección del proceso es, por el contrario, una decisión de naturaleza estratégica y que tiene la mayor importancia. Las decisiones sobre el proceso afectan los costos, la calidad, los tiempos de entrega y la flexibilidad de las operaciones. <sup>(18)</sup>

#### 2.1.3.1.1 Flujo del proceso

La primera dimensión en la clasificación de los procesos es el flujo del producto o secuencia de operaciones. Existen tres tipos de flujo: en línea, intermitente y por proyectos. En la manufactura, el flujo del producto es el mismo que el flujo del material, puesto que los materiales se transforman en productos. En las industrias que sólo producen servicios no existe un flujo físico del producto, sin embargo, existe una secuencia de operaciones que se realiza para suministrar el servicio. Esta secuencia de operaciones de servicio se considera como el “Flujo del Producto” en las industrias de servicio. <sup>(19)</sup>

- **Flujo lineal:**

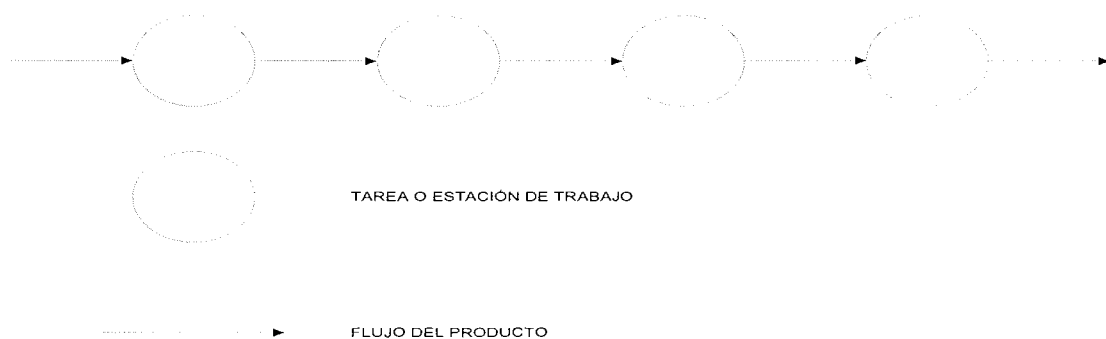
El flujo lineal se caracteriza por una secuencia de operaciones lineal que se utiliza para fabricar el producto o dar el servicio. Los ejemplos incluyen a las líneas de ensamble y a las cafeterías. En las operaciones con flujo lineal el

---

(18), (19), Páginas 117 y 119 del libro de Roger G. Schroeder “Administración de Operaciones”

producto debe estar bien estandarizado y debe fluir desde una operación o estación de trabajo hasta la siguiente en una secuencia prescrita. Las tareas individuales de trabajo se acoplan íntimamente y se deben balancear para que ninguna tarea retrase a las siguientes. <sup>(20)</sup>

**Figura 4. Flujo lineal del proceso**



En ocasiones las operaciones de flujo lineal se dividen en dos tipos de producción masiva y continua. “Producción Masiva o en masa”, casi siempre se refiere a una operación parecida a una línea de ensamble, como la que se utiliza en la industria automotriz. “Producción Continua”, se refiere a las que se denominan industria de proceso como la industria química, del papel, cervecera, acerera, de la electricidad y telefónica. Aunque ambos tipos de operaciones se caracterizan por tener flujos lineales, los procesos continuos tienden a estar más automatizados y producen productos más estandarizados.

- **Flujo intermitente:**

Un proceso de flujo intermitente se caracteriza por la producción de lotes a intervalos intermitentes. En estos casos, tanto el equipo como la mano de obra se organizan en centros de trabajo con las mismas habilidades o equipos

---

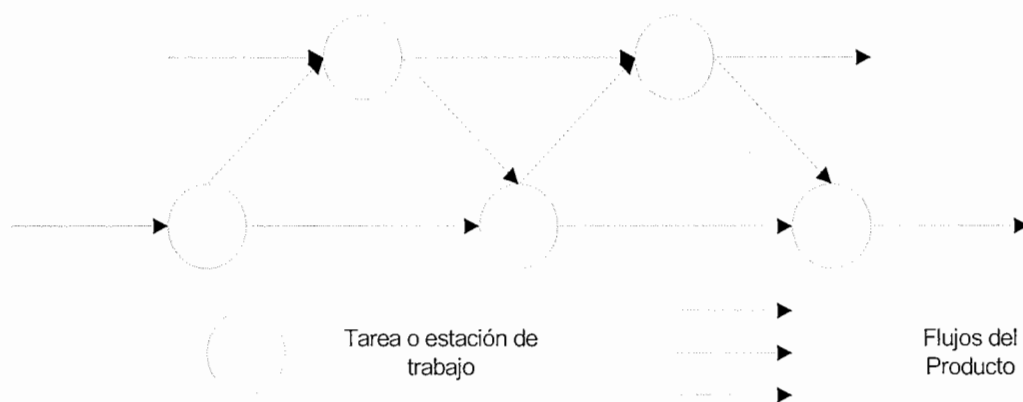
(20), Página 119 del libro de Roger G. Schroeder “Administración de Operaciones”

similares. Un producto o proyecto, fluirá entonces sólo a aquellos centros de trabajo que le sean necesarios y no utilizará los demás. Esto da como resultado un patrón de flujo irregular. <sup>(21)</sup>

Debido a que utilizan intermitentes son extremadamente flexibles para cambiar el producto o el volumen; pero también son bastante ineficientes. El patrón de flujo desordenado y la variedad de productos ocasionan problemas graves en el control de inventarios en los programas y en la calidad.

Una característica importante de los procesos intermitentes es que agrupan equipos similares y habilidades de trabajo parecidas. Esto también se conoce como distribución por procesos. En contraste, el flujo lineal se denomina distribución por productos debido a que los distintos procesos, el equipo y las habilidades laborales se colocan en una secuencia de acuerdo a la manera en que se fabrica el producto. <sup>(22)</sup>

**Figura 5. Flujo intermitente del proceso**

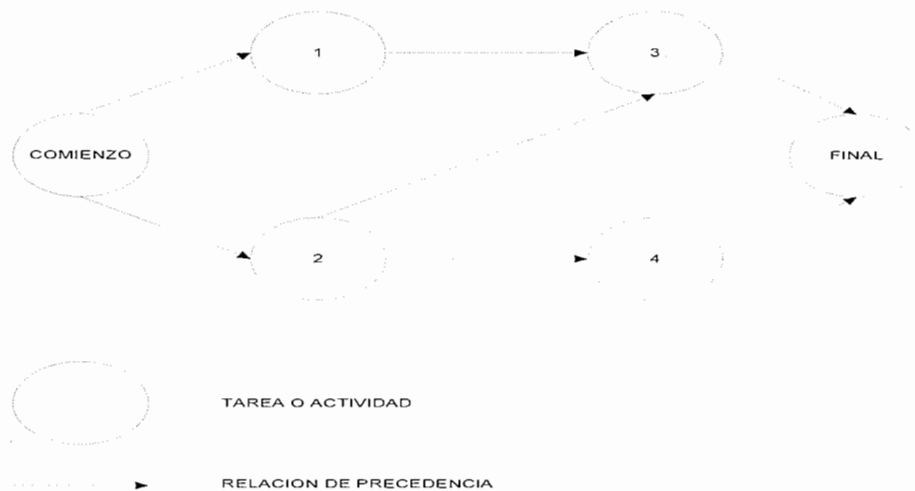


- **Proyecto:**

La forma de operaciones por proyecto se utiliza para producir productos únicos tales como una obra de arte, un concierto, un edificio o una película. Cada unidad de estos productos se elabora como un solo artículo. Estrictamente hablando, no existe un flujo del producto para un proyecto, sin embargo existe una secuencia de operaciones. En este caso todas las operaciones individuales o tareas se deben colocar en una secuencia tal que contribuya a los objetivos definitivos del proyecto.

La forma de operaciones por proyecto se utiliza cuando hay gran necesidad de creatividad y de conceptos únicos. Resulta difícil automatizar los proyectos puesto que solamente se hacen una vez; sin embargo, en ocasiones se puede utilizar equipo para propósitos generales con el objeto de reducir las necesidades de mano de obra. Los proyectos se caracterizan por tener un alto costo y son difíciles de planear y controlar a nivel administrativo. <sup>(23)</sup>

**Figura 6. Flujo de proyectos del proceso**



### 2.1.3.1.2 **Por el tipo de pedido del cliente**

Otra dimensión importante que afecta la selección de procesos es ver si el producto se fabrica para ser almacenado en inventario o para surtir un pedido específico del cliente. <sup>(24)</sup>

- **Fabricación por pedido**

Se pone en movimiento para el pedido del cliente, y su medida de desempeño es el tiempo de entrega. <sup>(25)</sup>

- **Fabricación para inventario**

Busca reabastecer el inventario, no responde a pedidos específicos de los clientes. Su eficiencia se mide por el uso de la capacidad, niveles de inventario y reacción ante las faltas de inventario. <sup>(26)</sup>

En resumen, un proceso de fabricación por pedido se relaciona con los tiempos de entrega y el control del flujo del pedido. El proceso debe ser flexible para satisfacer los pedidos del cliente. Un proceso de fabricación para inventario se relaciona con la conservación de los inventarios y la eficiencia de operaciones.

### 2.1.3.2 **Integración vertical**

Existen dos tipos de integración vertical: hacia atrás o hacia adelante. La integración hacia atrás tiene que ver con el incremento de la propiedad "hacia atrás", es decir hacia la fuente de suministro. La integración hacia atrás puede aplicarse a cualquiera de los insumos de un proceso productivo, incluyendo la materia prima, mano de obra y equipos de capital. La integración hacia atrás

---

(24), (25), (26), Páginas 124 y 125 del libro de Roger G. Schroeder "Administración de Operaciones"

ocurre cuando, por ejemplo, los periódicos compran molinos de pupa para controlar uno de sus insumos críticos: el papel periódico; una acerera puede comprar minas de hierro en el norte de Minnesota para controlar el suministro de mineral; una empacadora de vegetales compra granjas y comienza a cultivar sus propios vegetales. <sup>(27)</sup>

La integración hacia adelante se relaciona con el incremento de la propiedad del proceso "Hacia Adelante", hacia el mercado. La integración hacia adelante hace que los canales de distribución queda bajo el control de la misma empresa. La integración hacia adelante ocurre, por ejemplo, cuando una cooperativa de granjeros compra una planta de procesamiento y comienza a procesar la caña de azúcar que cultivan los granjeros.

#### **2.1.4 Diseño de las operaciones de servicio**

El enfoque aquí será sobre el diseño de la estrategia, del producto y del proceso para suministrar el servicio. <sup>(28)</sup>

- **Definición de servicio:**

El servicio es algo que se produce y se consume en forma simultánea. Un servicio, por lo tanto, nunca existe; solamente se puede observar el resultado después del hecho. Cuando a usted le cortan el pelo se consume el servicio conforme este se produce. Sin embargo, el afecto o resultado del servicio es claro y duradero. Además, el servicio debe llevarse hasta donde está el cliente o llevar al cliente a donde está el servicio. El servicio no puede producirse en un lugar y enviarse a otro, como en el caso de los bienes, y tampoco se le puede almacenar. <sup>(29)</sup>

---

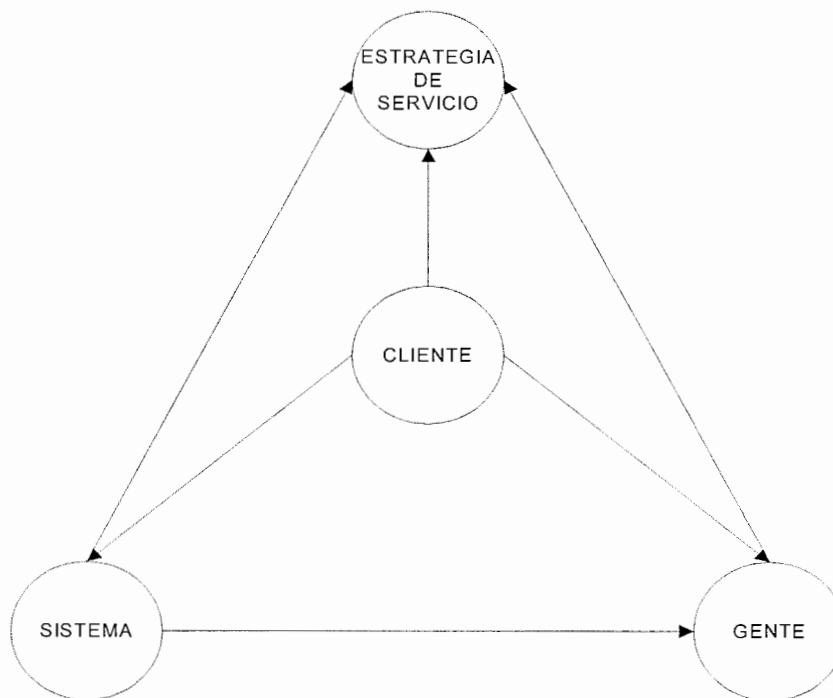
(27), (28), (29), Páginas 135 y 144 del libro de Roger G. Schroeder "Administración de Operaciones"

- **Marco conceptual de los servicios:**

El marco conceptual, es decir el triángulo de los servicios, presupone que existen cuatro elementos que deben tomarse en consideración al producir los servicios: el cliente, la gente, la estrategia y el sistema. <sup>(30)</sup>

El cliente se encuentra, por supuesto, en el centro del triángulo debido a que el servicio siempre debe estar centrado en el cliente. La gente, son los empleados de la empresa de servicios. La estrategia es la visión o filosofía que se utiliza para guiar todos los aspectos del suministro del servicio, y el sistema físico y los procedimientos que se utilizan.

**Figura 7. Triángulo de servicios**



---

(30). Página 145 del libro de Roger G. Schroeder "Administración de Operaciones"



La línea que va del cliente a la estrategia indica que la estrategia debe considerar primero al cliente, al satisfacer sus necesidades verdaderas. La gerencia debe preguntarse qué ocurre en la mente del consumidor. <sup>(31)</sup>

La línea del cliente hacia el sistema indica que el sistema debe diseñarse teniendo en mente al consumidor. El servicio a los clientes no es algo que se debe pensar a futuro, sino que debe diseñarse como parte del sistema de suministro.

La línea que va del cliente a la gente, indica que todas las personas deben tener un impulso hacia el cliente, no sólo la gente de operaciones que suministra el servicio sino toda la gente de la organización.

Las líneas externas del triángulo tienen también un significado directo. La línea de la gente al sistema indica que la gente depende del sistema para suministrar un buen servicio. La mayoría de los problemas en el servicio se atribuyen a los malos sistemas más que a la gente.

La línea de la estrategia al sistema indique que el sistema debe derivarse lógicamente de la estrategia, pero rara vez lo hace. Con frecuencia los sistemas crecen con el tiempo y se diseñan conforme el incremento de volumen los hace necesarios.

Por último, la línea de la estrategia a la gente indica que todas las personas de la organización deben estar conscientes de esta estrategia. El triángulo de servicio también puede utilizarse para diagnosticar problemas en el servicio y determinar cuáles son las causas de un servicio malo. <sup>(32)</sup>

---

(31), (32), Páginas 146 y 147 del libro de Roger G. Schroeder "Administración de Operaciones"

- **Estrategia del servicio:**

La estrategia del servicio define cuál es el negocio en el que uno se encuentra. Proporciona una guía para diseñar los productos, sistemas de suministros del servicio y mediciones. La estrategia del servicio proporciona una visión de la clase y tipo de servicio que la compañía debe proveer. Describe la manera en que los clientes perciben a la empresa así como los empleados, o por lo menos cómo la deberían percibir.

La estrategia de servicio debe tomar en consideración el alcance internacional de los servicios que se ofrecen. Existen muchos servicios como consultoría, viajes, telecomunicaciones, servicios bancarios y de transportación que tienen carácter internacional. <sup>(33)</sup>

- **Sistema de suministro del servicio:**

El sistema de suministro del servicio consta de los elementos físicos y de la fuerza de trabajo que se utiliza para producir el servicio. Normalmente se consideran los siguientes cinco elementos como parte de un sistema de suministro del servicio.

1. **Tecnología.** El grado de automatización, el equipo, el grado de integración vertical.
2. **Flujo del proceso.** La secuencia de eventos que se utilizan para producir el servicio
3. **Tipo de proceso.** La cantidad de contacto involucrada (alta o baja), el grado de adaptación e interacción.
4. **Ubicación y tamaño.** El lugar donde se ubica el servicio, el tamaño de cada área de servicio. <sup>(34)</sup>

---

(33), (34), Páginas 149 y 156 del libro de Roger G. Schroeder "Administración de Operaciones"

5. **La Fuerza de trabajo.** Las habilidades, el tipo de organización, el sistema de compensación, el grado de participación.

Los cinco elementos son una función del contacto con el cliente, el grado de adaptación e interacción. Estos elementos a su vez reciben la influencia de la estrategia del servicio y del diseño del producto de servicio. <sup>(35)</sup>

### 2.1.5 Selección de la tecnología

La tecnología se ha convertido en un factor dominante en las empresas y en nuestras vidas. El implacable avance de la tecnología se ha denominado “determinismo tecnológico”, lo cual quiere decir que la tecnología determina el curso de la sociedad y parece dejarnos sin opinión sobre el asunto. Sin embargo, la gente se ha dado cuenta, por fin, de que si existe una selección de tecnologías. Esto se ilustra dramáticamente mediante la decisión de no producir la aeronave para transporte supersónico (PSS). <sup>(36)</sup>

- **La tecnología y el administrador:**

Todos nosotros tomamos decisiones tecnológicas en la vida diaria. Compramos televisores a colores, hornos de microondas y automóviles, y con frecuencia utilizamos tecnología compleja. Al realizar estas selecciones diarias, nos concentramos en las características de rendimiento de la tecnología, no en la ingeniería ni en los detalles técnicos. Cuando se compra un televisor a color, los puntos de interés son las características de rendimiento y la claridad de la imagen, así como el consumo de energía y el costo. El interés no se centra particularmente en el número de etapas de frecuencia de radio ni en el voltaje del cinescopio. De la misma manera, el administrador debe preocuparse por

---

<sup>(35)</sup>, <sup>(36)</sup>, Páginas 156 y 175 del libro de Roger G. Schroeder “Administración de Operaciones”

las características de rendimiento de una tecnología y no por sus detalles técnicos.

La tecnología es sólo la componente de una decisión que involucra temas económicos, de estrategia, de productos y todos los aspectos de la responsabilidad gerencia. Es decir, los administradores deben estar dispuestos a comprender lo suficiente de la tecnología como para poder integrar sus conocimientos técnicos con los factores administrativos involucrados. <sup>(37)</sup>

- **La tecnología y la sociedad**

La selección de tecnología nunca es neutral en relación con la sociedad y la fuerza de trabajo. La tecnología hace suposiciones implícitas sobre los valores humanos de los productos materiales, sobre la calidad de la vida de trabajo y así sucesivamente. En la actualidad, conforme la gente se preocupa cada vez más por el efecto de la tecnología sobre la sociedad, se han cuestionado algunos de estos valores.

En los últimos años algunos sociólogos y economistas comenzaron a tomar en consideración la "tecnología apropiada", la "simplicidad voluntaria" o el concepto de que "lo pequeño es hermoso". De acuerdo con este pensamiento, la tecnología moderna avanzó demasiado en términos de eficiencia y mecanización, hasta un punto en donde los valores humanos y ambientales se han visto sacrificados. <sup>(38)</sup>

- **La fábrica del futuro**

La "fábrica del futuro" es un término que recientemente recibió mucha publicidad en la prensa. El concepto popular es que la fábrica del futuro estará

---

(37), (38), Páginas 177 y 179 del libro de Roger G. Schroeder "Administración de Operaciones"

poblada por robots, denominados trabajadores con cuello de acero, y fabricará productos sin utilizar gente. Con seguridad algunas de éstas fábricas “sin gente” ya existen y construirán más de ellas en el futuro. Sin embargo, la esencia de la fábrica del futuro no radica en más automatización y menos gente, sino en un tipo diferente de automatización alrededor de las computadoras. La fábrica del futuro utilizará computadoras para diseñar los productos, controlar las máquinas, manejar los materiales y controlar el proceso de producción en forma integrada. La clave es la computarización y la integración de los distintos procesos y funciones separados por medio de una base de datos centralizada en una computadora. Este concepto de la fábrica del futuro también se denomina fabricación asistida por computadora (CIM por sus siglas en inglés: Computer – Integrated Manufacturing).<sup>(39)</sup>

## **2.2 Módulo 2 (Métodos y Técnicas de Diseño)**

### **2.2.1 Técnicas de análisis de información**

En este tema se ha visto cómo para iniciar un diseño correctamente primero es necesario documentarse en detalle acerca del producto, sus características, los productos similares existentes en el mercado, la competencia, el tipo de consumidor, la legislación.<sup>(40)</sup>

#### **2.2.1.1 Análisis paramétrico**

El análisis paramétrico desarrollado por Hollins y Pugh en 1990 es un método que se emplea para identificar el lugar de un producto dentro del mercado en relación con los competidores, y también para descubrir las relaciones existentes entre los distintos parámetros inherentes al producto considerado.<sup>(41)</sup>

---

(39), Página 182 del libro de Roger G. Schroeder “Administración de Operaciones”  
(40), (41), Páginas 23 y 24 del Libro de Jorge A. Marzal “Diseño de Producto: Métodos y Técnicas”

Este análisis implica el estudio de los productos rivales desde una consideración inicial de los datos conocidos a partir de catálogos publicados o extraídos mediante observación directa de dichos productos.

### **2.2.1.2 Análisis de necesidades**

Este método se refiere al establecimiento de las verdaderas necesidades del usuario. Esta información se puede obtener de diversas fuentes, pero principalmente a partir de un extenso estudio de los informes de organismos representativos, publicaciones sobre datos de mercado (hábitos de compra) o sobre reacciones del consumidor frente a distintos productos, y mediante entrevistas o encuestas preparadas explícitamente. Un cuestionario adecuadamente estructurado puede dar una completa visión sobre las necesidades del usuario. <sup>(42)</sup>

### **2.2.1.3 Análisis matricial**

Esta técnica se basa en la construcción de una matriz con todas las características de los productos de la competencia comparables al estudiado colocadas en el eje vertical, y con los distintos modelos de la competencia colocados en el eje horizontal. La matriz se rellena mostrando que modelos incluyen cada característica. Por último, se obtiene una suma para cada característica que muestra el total de modelos que la incluyen. <sup>(43)</sup>

## **2.2.2 Técnicas de creatividad**

Se ha escrito y hablado mucho sobre el tema de la creatividad y el diseño, y existe una gran variedad de métodos cuyo objetivo es estimular la creatividad y la generación de ideas. Estos métodos se han usado y evaluado durante varios

---

(42), (43). Página 27 del libro de Jorge A. Marzal "Diseño de Producto: Métodos y Técnicas"

años, siempre con proyectos verdaderos, en muchas industrias que desarrollan diferentes. <sup>(44)</sup>

Sin embargo, estos métodos tienen un atributo muy importante y común: actúan como un estímulo para generar ideas y soluciones y todos se basan en la analogía, un hecho que es obvio para los psicólogos pero no para los ingenieros. El mejor estímulo al diseño conceptual es el trabajo en grupo en sí, particularmente si el grupo tiene una percepción común de lo que es el diseño.

#### 2.2.2.1 Analogía

Es una técnica natural desarrollada subconscientemente desde la infancia: en cualquier conversación sobre casi cualquier cosa, la gente suele referirse a situaciones análogas a la que se comenta, y usa estas analogías para realizar sus argumentos e hipótesis. Como técnica, es un destacado estímulo a la creatividad, cuando se emplea de modo consciente y exhaustivo en cualquier situación particular de diseño. De manera sencilla se puede definir como una técnica que pretende dar soluciones a un problema buscando situaciones similares en otras áreas de la ingeniería, naturaleza o en realidad de cualquier otra fuente, pero normalmente fuera del campo habitual en el que se enmarca el problema. La analogía es la herramienta más poderosa en el campo de la generación de ideas. <sup>(45)</sup>

#### 2.2.2.2 Brainstorming

El brainstorming es probablemente el método más conocido y empleado en la generación de ideas. Fue desarrollado por Alex Osborn en los años 50. El propio Osborn define el "brainstorming" como; "La técnica por medio de la cual un grupo intenta encontrar solución a un problema determinado mediante la

---

(44), (45), Páginas 29 y 30 del libro de Jorge A. Marzal "Diseño de Producto: Métodos y Técnicas"

acumulación de todas las ideas proporcionadas de modo espontáneo por sus integrantes”

El empleo del brainstorming puede ser útil en la búsqueda de productos análogos, y también en la fase final de la generación de diseños conceptuales, para proponer criterios de evaluación de los mismos. <sup>(46)</sup>

### 2.2.2.3 Lista de atributos

Con esta técnica, se hace uso de los atributos de un producto o material de una manera nueva. Se suelen emplear características tales como: <sup>(47)</sup>

- Forma
- Peso
- Densidad
- Acabado Superficial
- Propiedad Física: conductividad térmica, eléctrica, magnetismo, etc.

r

### 2.2.2.4 Otras técnicas de creatividad

#### **Inversión**

Para poder aplicar esta técnica, debe existir una solución previa. Consiste en considerar soluciones inversas a las adoptadas en algún caso particular. Por ejemplo, es una inversión de la máquina de escribir. Para reducir los efectos de inercia de ésta, se invierte el movimiento, que antes llevaba el carro, al cartucho. <sup>(48)</sup>



## **Combinación**

Nuevamente, para aplicar esta técnica debemos emplear soluciones ya existentes. Se trata de manipular las partes de la solución existentes para alcanzar nuevas combinaciones. <sup>(49)</sup>

### **2.2.3 Análisis funcional**

#### **2.2.3.1 Introducción**

El análisis funcional es un método propuesto por Lawrence D. Miles como parte de un método de reducción de costos. Miles define una función como un efecto físico o propiedad de un determinado material, destacando la posibilidad de conseguir esa misma función por otros medios. El objetivo es separar la acción que se efectúa del producto o componente del producto que la lleva a cabo. <sup>(50)</sup>

#### **2.2.3.2 Características del método**

El análisis funcional es útil fundamentalmente en dos ámbitos: en el diseño conceptual de productos nuevos o como complementos a otros métodos de mayor alcance, normalmente empleados en rediseño de productos. <sup>(51)</sup>

#### **2.2.3.3 Como definir las funciones**

- **Definición de necesidades:**

En primer lugar, es necesario conocer qué necesidad busca cubrir el consumidor al adquirir el producto. Para ello hay que pensar en las relaciones

---

(49), (50), (51), Páginas 36, 47 y 48 del libro de Jorge A. Marzal "Diseño de Producto: Métodos y Técnicas"

entre el problema al que el consumidor quiere dar solución y las características que debe o debería tener el producto a diseñar. <sup>(52)</sup>

- **Formulación de funciones:**

Una vez se tiene claro el propósito del producto (a qué necesidad se está dando solución), es preciso formular las funciones que debe cumplir. Este proceso exige cierto grado de abstracción por parte del ingeniero, pues no es fácil alejar de la mente la imagen de un producto concreto o de sus características a la hora de definir las funciones. <sup>(53)</sup>

#### 2.2.3.4 Estructuración de funciones

Hasta ahora se ha hablado de detectar la misión del producto como la función que debe desempeñar para satisfacer una demanda del consumidor. Esa misión es lo que se llama función principal. Pero, está claro, sólo los productos muy sencillos tienen una única función. El siguiente paso en el proceso consiste en determinar las funciones secundarias y terciarias si las hay. <sup>(54)</sup>

#### 2.2.3.5 Árbol de funciones o diagrama de funciones

Las funciones detectadas a lo largo del proceso anterior pueden ser independientes o estar relacionadas unas con otras. Para realizar el Análisis Funcional es necesario determinar qué relaciones existen entre las distintas funciones parciales del producto. <sup>(55)</sup>

Esta estructuración suele plasmarse en forma de árbol funcional, en el que las funciones se relacionan en forma de árbol de familias de funciones. En la clasificación y ordenación de funciones se pasa desde el nivel más general al

---

(52), (53), (54), (55), Páginas 49, 51 y 54 del libro de Jorge A. Marzal "Diseño de Producto: Métodos y Técnicas"

más concreto. El planteamiento del análisis funcional cambia si el propósito no es éste, sino rediseñar un producto ya existente. En tal caso se podría asumir que existe un producto base (en el ejemplo, una silla de ruedas), con lo cual deberían aparecer más funciones propias de dicho producto (por ejemplo, en la rama del árbol “Adaptar postura” podrían figurar funciones como “Ajustar altura de asiento”, “Sujetar cuello” o similares).

## **2.2.4 Despliegue de la función calidad (QFD)**

### **2.2.4.1 Introducción**

El Despliegue de la Función de Calidad (traducción de QFD, Quality Function Deployment, que a su vez es un intento de traducir el término japonés para esta metodología: hin shitsu ki nou ten kai) se desarrolló en 1972 por Yoji Ajaó en el astillero de Mitsubishi en Kobe, llegó a los Estados Unidos en 1986, y fue ampliamente adoptado por firmas japoneses, norteamericanas y europeas. En algunas aplicaciones, redujo el tiempo de diseño en un 40% y los costos en un 60%, manteniendo y mejorando la calidad del diseño. <sup>(56)</sup>

### **2.2.4.2 Principios básicos del QFD**

El QFD pretende en líneas generales aportar una sistemática que permita captar las demandas reales del mercado; plasmarlas como objetivos de diseño, y conseguir que dichos objetivos permanezcan presentes a lo largo de todo el proceso de diseño. <sup>(57)</sup>

---

(56), (57), Página 65 del libro de Jorge A. Marzal “Diseño de Producto: Métodos y Técnicas”

### 2.2.4.3 Desarrollo del QFD

El QFD en sí es una propuesta metódica y bastante flexible. Dependiendo del tipo de proyecto, del producto a desarrollar y de las condiciones en que se lleva a cabo, el equipo de diseño puede adaptar el método a su conveniencia. Lo importante es mantener la filosofía del mismo, y conseguir que la “voz del cliente” presida el proceso de diseño. <sup>(58)</sup>

El primer paso del QFD será detectar las demandas del QFD será detectar las demandas del consumidor. Veamos no obstante un esquema previo del proceso para posteriormente desarrollar cada paso.

Desarrollo de la primera matriz del QFD.

1. Captación de las demandas del cliente (Voz del Cliente).
2. Estructuración de las demandas.
3. Priorización de las demandas.
4. Evaluación del cliente.
5. Elaboración de la lista de parámetros técnicos.
6. Medida de los parámetros técnicos
7. Elaboración de la matriz de relaciones (Casa de la Calidad).

### 2.2.5 Resolución inventiva de problemas (TRIZ)

La teoría de la Resolución Inventiva de Problemas (TIPS, “Theory of Inventive Problem Solving”, más conocida como TRIZ, su acrónimo ruso), se desarrolló en la antigua URSS en torno a los años cincuenta. TRIZ surge a partir de la hipótesis de que hay principios de invención universales que son la base de la innovación y el progreso de la tecnología. Lo que se pretende es

---

(58), Páginas 67 y 68 del libro de Jorge A. Marzal “Diseño de Producto: Métodos y Técnicas”

identificar dichos principios de modo que los pasos que se dan durante el proceso de invención queden determinados y puedan emplearse como una especie de “método de ayuda al pensamiento innovador”.<sup>(59)</sup>

#### 2.2.5.1 Fundamentos de TRIZ

En general, se puede clasificar los problemas en dos grandes grupos: aquellos con solución conocida, y aquellos con solución desconocida. Los primeros son problemas comunes, a los que mucha gente se ha enfrentado ya, y sobre los cuales es posible indagar en revistas, libros o consultas especializadas para hallar la solución, simplemente llevando el problema a un caso general y particularizando después para obtener la solución concreta.

Sin embargo, hay otro tipo de problemas cuya solución es desconocida. A éstos se les llama problemas inventivos, y pueden incluir requerimientos contradictorios (es decir, su solución implica realizar dos acciones opuestas). El campo del conocimiento al que corresponde este tipo de problemas no está claro, aunque se tiende a englobarlos en la psicología y el estudio del proceso mental de resolución de problemas. La solución a estos problemas se basa en la intuición y la creatividad, lo cual dificulta la transmisión del conocimiento o experiencia necesarios para resolverlos.<sup>(60)</sup>

#### 2.2.5.2 TRIZ: La teoría de la resolución inventiva de problemas

Existen varias leyes en la teoría de TRIZ. Una de ellas es la llamada Ley de La Idealidad Creciente, que postula que los sistemas técnicos evolucionan hacia grados crecientes de idealidad, entendiendo ésta como la relación entre la suma de los efectos positivos del sistema y la suma de sus efectos negativos. Los efectos positivos incluyen todos aquellos resultados valiosos del

---

(59), (60), Páginas 87 y 88 del libro de Jorge A. Marzal "Diseño de Producto: Métodos y Técnicas"

funcionamiento del sistema. Los efectos negativos son entradas no deseables como costo, consumo de energía, contaminación, posibilidad de daño personal, etc. Evidentemente, en un estado ideal no existen efectos negativos. <sup>(61)</sup>

### **2.2.5.3 El proceso de TRIZ paso a paso**

En este apartado se describen brevemente los pasos a seguir para aplicar TRIZ a la resolución de un problema. <sup>(62)</sup>

#### **1. Identificación del problema:**

La identificación del problema, en términos de TRIZ, consiste en determinar las características del sistema sometido a estudio, su entorno de operación (cuáles son las condiciones o requisitos que debe cumplir el producto), los parámetros (que definen el producto), la función positiva primaria (es el mismo concepto que el visto en el análisis funcional), los efectos negativos (derivados de la consecución de la función) y el resultado ideal. <sup>(63)</sup>

#### **2. Formulación del problema:**

El siguiente paso consiste en reformular el problema en términos de contradicciones físicas, para lo cual hay que detectar qué problemas podrían surgir al tratar de mejorar una de las características técnicas del sistema. <sup>(64)</sup>

#### **3. Búsqueda de soluciones ya aportadas al problema:**

El trabajo de Altshuller en la Oficina de Patentes le permitió estudiar miles de ellas. De una revisión de cerca de 1.500.000 patentes de todo el mundo, dedujo un total de 39 características técnicas que causan conflicto. Son los

---

(61), (62), (63), (64). Páginas 91 y 92 del libro de Jorge A. Marzal "Diseño de Producto: Métodos y Técnicas"

llamados 39 Parámetros Técnicos. Lo primero es entonces localizar los principios de ingeniería que entran en conflicto. A partir de ellos, es posible encontrar qué principio genera un efecto secundario indeseable y por tanto formular el conflicto técnico. <sup>(65)</sup>

#### **4. Búsqueda de soluciones análogas y adaptación al problema**

Al igual que con los Parámetros Técnicos, Altshuller extrajo del examen minucioso de patentes 40 Principios Inventivos. Se trata de sugerencias que ayudan al ingeniero a encontrar una solución inventiva al problema. Para saber qué Principios Inventivos emplear en cada caso, Altshuller construyó la Matriz de Contradicciones. Dicha matriz tiene como entradas en filas los 39 Parámetros Técnicos (considerados como efectos secundarios indeseables) y como entradas en columnas los mismos parámetros pero considerados como características a mejorar. <sup>(66)</sup>

### **2.2.6 Análisis modal de fallos y efectos**

#### **2.2.6.1 Introducción**

El Análisis Modal de Fallos y Efectos, fue desarrollado inicialmente por el ejército de los Estados Unidos, como un procedimiento de operaciones. El procedimiento militar MIL-P-1629, data del 9 de noviembre de 1949. Se empleaba como una técnica de evaluación de fiabilidad para determinar el efecto de los fallos de equipos y sistemas. Los fallos se clasificaban según su impacto sobre el éxito de la misión y la seguridad del personal y el equipo. <sup>(67)</sup>

En términos de diseño de producto, un fallo supone que un componente o un sistema no satisfacen o no funciona de acuerdo con la especificación. Los

---

(65), (66), (67), Páginas 93, 94 y 104 del libro de Jorge A. Marzal "Diseño de Producto: Métodos y Técnicas"

parámetros de la especificación pueden representarse en duración completa/ciclos, dimensiones lineales/tolerancias, carga o flexión, espesores de pinturas, etc. <sup>(68)</sup>

### 2.2.6.2 Pasos para llevar a cabo un AMFE

- **Definir el producto en términos de sistema**

En esta etapa se debe definir:

- **Las funciones objetivo**
- **Los límites** <sup>(69)</sup>

- **Subdividir el sistema por funciones para el análisis**

Esta fase define los elementos de un sistema que proporcionará la estructura básica para realizar el AMFE. Si el equipo de diseño ha realizado un Análisis Funcional previamente, esta etapas ya las tiene cubiertas. <sup>(70)</sup>

- **Identificar modos potenciales de fallo para elementos del sistema**

Para buscar los posibles fallos el equipo de diseño debe contestarse a las siguientes preguntas: <sup>(71)</sup>

“¿Qué puede ocurrir si esta función falla?”

“¿Qué puede ocurrir si esta función falla antes o después de otra acción Determinada?”

“¿Qué puede ocurrir si esta función no se realiza completamente?”



Es conveniente también pensar en condiciones de uso no habituales, para poder prever posibles fallos del producto por uso inadecuado o no planificado.

- **Identificar el efecto potencial de cada fallo**

En esta etapa se deben buscar los efectos de un fallo en cada función del producto: Si se da un determinado fallo, ¿qué consecuencias puede acarrear? Si esta función falla, ¿qué más podría ocurrir como consecuencia? <sup>(72)</sup>

- **Estimar una severidad o un peligro para cada efecto**

Se asigna un número a cada posible modo de fallo en función del carácter más o menos crítico del mismo. En las tablas que se incluyen a continuación, extraídas del propio procedimiento militar, se propone una posible clasificación. <sup>(73)</sup>

- **Elaboración de la matriz de fallos y efectos**

Una manera de determinar las piezas críticas respecto a los modos de fallo consiste en plantear una matriz en la que se comparan las distintas partes del producto frente a posibles modos de fallo. <sup>(74)</sup>

- **Determinar la causa del modo de fallo**

Para completar una hoja tipo de AMFE, además de identificar las piezas críticas respecto a los modos de fallo, también hay que documentar las causas y el plan de acción. Las posibles causas deben buscarse en las siguientes áreas, como ya se han comentado: deficiencias del diseño, deficiencias de fabricación, deficiencias del proceso de ensamblaje (similar a la anterior). <sup>(75)</sup>

---

(72), (73), (74), (75). Páginas 107, 109 y 111 del libro de Jorge A. Marzal "Diseño de Producto: Métodos y Técnicas"

- **Fijar las acciones correctivas**

Se deben plantear los mecanismos, los métodos, los procedimientos de pruebas, o los controles para prevenir la causa del modo de fallo en el producto. Es conveniente realizar el AMFE cuando todavía no se han tomado decisiones definitivas sobre las características del producto, incluyendo el AMFE como parte de proceso de desarrollo de conceptos en productos. <sup>(76)</sup>

### **2.2.7 Métodos de Taguchi**

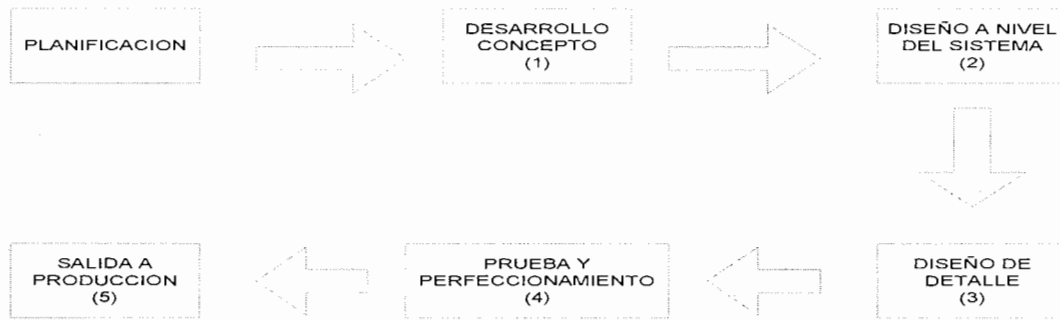
También conocido como diseño robusto, es un eficiente sistema que ayuda a obtener una combinación óptima de diseño de parámetros para que el producto sea funcional y ayude a obtener un alto nivel de desempeño y que sea robusto a los factores de ruido.

El método de taguchi cuenta con 8 pasos para hacer un ciclo de diseño robusto, en donde los primeros cinco pasos se planea el experimento, en el numero seis se conduce el experimento, en el siete y ocho los resultados de el experimento son analizados y verificados.

#### **Claves del método de Taguchi**

- Las variaciones afectan negativamente a la calidad
- Optimización en dos pasos
- Experimentos con matrices (líneas ortogonales)
- Inducción de desviaciones (línea exterior o repetición)
- Análisis de datos y pronósticos
- Interacciones y comprobación

**Figura 8. Método de Taguchi y la calidad en el proceso de desarrollo de producto**



Fuente: <http://apuntes.rincondelvago.com/metodo-de-taguchi.html>

### **Porque usar el método de Taguchi**

- Mejora la Productividad de la Ingeniería
- Soluciona Problemas Típicos tratados por el Método de Taguchi
- Desarrollar Nuevos Productos Rápido y a Bajo Costo

### **Estrategia**

- Prevenir problemas con diseños de productos óptimos y con el proceso de fabricación

## 2.3 Módulo 3 (Investigación y Desarrollo)

### 2.3.1 Tipos de investigación y sus aplicaciones

#### **Investigar:**

Es hacer diligencias para descubrir una cosa, estudiar y trabajar en cualquiera de las ramas de la ciencia y del saber, en archivos, museos, laboratorios, etc. Se pueden hacer investigaciones del producto (se orienta hacia el desarrollo de nuevos productos). Este es el tipo de objetivo básico en la mejora del proceso tomando en cuenta los costos:

1. **Del proceso** (Está relacionada con el mejoramiento del proceso de producción, el objetivo básico es mejorar los procesos).
2. **Utilización del producto** (Intenta descubrir nuevos usos).
3. **Productos desechados** (Tienen el fin de encontrar usos lucrativos de los productos de desecho industrial).
4. **Del mercado** (Es un campo bien desarrollado que incluye la investigación de los productos similares al nuestro, así como el comportamiento de compra de los clientes. Además de esto se usa la investigación motivación en la mercadotecnia para un análisis de reacciones psicológicas de los clientes).
5. **El personal** (Implica el estudio de actitud del empleado, despidos, niveles de sueldo, planes de incentivo, efectividad de supervisión).

6. **Los tiempos y movimientos** (Se dirige hacia el desarrollo de métodos de trabajo eficientes y hacia el desarrollo de estándares de tiempo para determinados trabajos u opiniones).
7. **Las operaciones** (Es un conjunto de técnicas que ayudan a las decisiones operativas, administrativas, incluyendo programaciones, lineales, simulaciones, teoría de colas, y programación dinámica).

### **Método científico o investigación**

#### **Científica:**

Se dirige al desarrollo de cuerpo de conocimientos generalizando sobre determinado aspecto de la realidad objetiva. Elementos del método científico:

1. **Proceso:** Es una secuencia de pasos ordenados.
2. **Formal:** Todo aquello que sigue una secuencia.
3. **Sistemático:** Todas las actividades que tienen relación con el método científico.
4. **Crítico:** Ver si lo que se hace es lo que se quiere tomar en cuenta, las ventajas o desventajas.
5. **Intensivo:** Toda información debe fluir en el menor tiempo posible.
6. **Método:** Recolección de datos utilizados, las herramientas adquiridas en la ingeniería.

## **Importancia de la investigación**

1. Permite descubrir conocimientos nuevos.
2. Facilita la aplicación de los conocimientos.
3. Acelera el desarrollo científico.
4. Define el futuro de la ciencia y la tecnología.

## **Objetivo del método científico**

1. Elaborar nuevos conocimientos.
2. Aplicación práctica de elementos.

## **Tipos de investigación**

1. **De acuerdo a sus propósitos** (Investigación Básica, Investigación Activa).
2. **De acuerdo a su naturaleza** (Investigación Histórica, Investigación Descriptiva).
3. **De acuerdo a su aplicación** (Investigación Documental, Investigación de Campo).

### **2.3.2 Proceso de desarrollo**

El desarrollo del producto por lo general es una actividad que sigue a la investigación aplicada. En esta etapa, los frutos del esfuerzo de la investigación se convierten en productos vendibles. El desarrollo del producto también es el resultado de presiones para modificar el producto para cumplir con las

presiones competitivas. En estos casos, el producto puede ser modificado mediante adaptación o imitación. Un ejemplo del desarrollo de un producto que se origina tanto de la investigación como de las presiones competitivas se refiera a la industria cigarrera. Por la investigación aplicada, unas pocas compañías cigarreras desarrollaron las boquillas del filtro hechas de fibra. Al aumentar la aceptación del consumidor por estas boquillas, las presiones competitivas obligaron a otras compañías a desarrollar boquillas de fibra. El resultado de todo esto ha sido un inevitable frenesí en la actividad del diseño del producto y la explotación por la mercadotecnia de las diferencias en el diseño. <sup>(77)</sup>

El desarrollo del producto es sólo un tipo de actividad que afecta al diseño de los sistemas de producción, implica la creación de un producto que desempeñe bien su función. Aun cuando la primera responsabilidad del diseñador es crear un producto funcionalmente útil, por lo general existen varias formas en las cuales puede hacerse el producto. Otro tipo de actividad que implica la determinación de la mejor manera de producir un artículo se conoce como diseño de la producción. El objetivo de este tipo de actividad es idear el método de producción más eficiente y menos costoso. La siguiente actividad necesaria se conoce como planeación del proceso. Se refiere al diseño de los procesos necesarios para la fabricación del producto.

### **Ciclo de vida del producto**

El ciclo de vida del producto se refiere al crecimiento y desarrollo una vez que han terminado las fases de investigación y desarrollo. Este ciclo está dividido en cuatro etapas. <sup>(78)</sup>

---

(77), (78), Página 269 del libro de Richard J. Hopeman "Administración de Producción y Operaciones"

En la primera etapa, el nuevo producto es introducido al mercado. Por lo general se le fija un precio elevado y puede tener algunos defectos que no fueron descubiertos por los investigadores, desarrolladores o ingenieros. Para introducir con éxito un nuevo producto, es importante trabajar sobre todas las posibles "fallas" y hacer un trabajo de producción de alta calidad. La reputación de una firma por productos de alta calidad puede vencer la resistencia a las ventas. Un ejemplo de un producto que pasó por esta etapa es el bolígrafo. Las primeras plumas tuvieron algunos defectos; saltaban, la tinta no fluía con uniformidad y las puntas no eran retráctiles. Además, costaban entre 10 y 15 dólares. <sup>(79)</sup>

En la segunda etapa, el producto se revisa para eliminar las "fallas" y se desarrollan los mercados masivos. Las presiones competitivas hacen que los precios bajen. En lo general, esta etapa se caracteriza por una amplia aceptación del producto. En la actualidad, los bolígrafos se encuentran en esta etapa. Muchos de ellos no saltan, la tinta fluye libremente y las puntas son retráctiles. Además, el precio ha sido reducido hasta 0.29 de dólar.

En la tercera etapa, el producto ha saturado al mercado. Los únicos aumentos en ventas se deben al aumento de la población y a la venta de productos y partes de reemplazo. Muchos artículos para el hogar se encuentran en esta categoría. <sup>(80)</sup>

En la etapa final, el producto inicia su declinación. La declinación por lo general es el resultado de que otros nuevos productos toman el lugar de los anteriores. Un ejemplo de esto podría ser la introducción de los transistores en los aparatos electrónicos, que está teniendo un importante impacto en el negocio de los bulbos al vacío.

---

(79), (80), Página 270 del libro de Richard J. Hopeman "Administración de Producción y Operaciones"



Puesto que la mayoría de los productos pasan por este ciclo de vida, es importante que la firma trate continuamente de desarrollar y mejorar productos. El no hacerlo significará que a la larga deje que se adelante la competencia. <sup>(81)</sup>

## **Patentes**

La patente es una concesión otorgada a un inventor por el gobierno; la que da al beneficiario el derecho de excluir a otros de la fabricación y venta de su invención durante 17 años. Después del periodo de 17 años de protección, el derecho de la patente pasa al dominio público.

Para recibir una patente, un inventor debe hacer una solicitud a la oficina de patentes. En su solicitud describe detalladamente su invención. Luego es revisada para ver si cubre tres requisitos: la invención debe ser novedosa, operable y útil. Otra condición es que sea tangible. En otras palabras, las ideas en si no son patentables. <sup>(82)</sup>

Como nota final sobre las patentes, se tratará lo relativo a las marcas usadas por la oficina de patentes. Las palabras "Patente Pendiente" y "Patente Solicitada" no tienen la condición legal de una patente. Estas marcas sólo indican que la compañía que fabrica y vende el producto ha hecho a solicitud de la patente; no indican que a patente se le haya concedido.

## **Diseño del proceso y del producto**

En el diseño de un nuevo producto influyen muchos factores, los que pueden considerarse en términos de alcanzar los objetivos de producción y mercadotecnia. Desde el punto de vista de la mercadotecnia, deben diseñarse productos que atraigan a los clientes: deben cumplir bien sus funciones, que

deben estar empacados en forma atractiva, que deben estar empacados en forma atractiva, que deben estar a la moda en términos de estilo y que deben ser mejores que los productos competitivos en el mercado. <sup>(83)</sup>

## **Estandarización**

Un estándar es una unidad de medida que se usa como punto de referencia al medir cantidad, calidad, funcionamiento, procesos y prácticas. El establecimiento de estándares puede originarse de tradiciones, de acuerdos entre hombre de empresa, de los enunciados profesionales de los estándares, o pueden ser impuestos por la ley. Desde el punto de vista del diseño del producto, se da énfasis a los estándares del producto, estándares de calidad, estándares de materiales y estándares de funcionamiento. Desde el punto de vista de diseño de la producción se da énfasis a los estándares del proceso, estándares de ejecución para los empleados, estándares de equipo y estándares de seguridad. <sup>(84)</sup>

El concepto de la estandarización está ampliamente difundido en la industria. Para comprar materiales y expresar claramente los requisitos, se usan estándares para peso, medida, requisitos de calidad, composición, graduación, etc. Para controlar la calidad, deben establecerse estándares como puntos de referencia para propósitos de control.

## **Simplificación**

Si se persigue como objetivo la simplificación, por lo general los resultados son costos menores y más eficientes operaciones de producción. La simplificación afecta al desarrollo del producto en tres áreas principales: presiones del

---

<sup>(83)</sup>, <sup>(84)</sup>, Página 271 del libro de Richard J. Hopeman "Administración de Producción y Operaciones"

consumidor y de la competencia hacia la simplificación, simplificación de los materiales y simplificación del proceso. <sup>(85)</sup>

El concepto de la simplificación, ya sea que se considere desde el punto de vista de la mercadotecnia, de los materiales o de los procesos, tiene un impacto importante sobre el desarrollo de producto. Desafortunadamente, son demasiados los diseñadores que adoptan una visión estrecha de la amplia variedad de alternativas de que se dispone. Para hacer un trabajo efectivo de investigación y desarrollo del producto, deben comprenderse estas alternativas por los interesados, y usarlas con imaginación e ingenio en donde sean aplicables.

### 2.3.3 Valor del diseño

Este es totalmente independiente del costo real, ya que depende del beneficio. Para su cálculo intervienen 4 factores.

1. **Costo de reparación de la producción (C)**
2. **Costo unitario (U)**
3. **Precio de venta (V)**
4. **Número de unidades (N)**

**Fórmula:**

$$B = N(V - U) - C$$

Donde

B= Balance de líneas.

## **Balance de líneas**

Para el balance de líneas a efecto del valor del diseño se trabajará en base al operario más lento.

## **Pasos para el análisis del valor del diseño**

1. Balance de líneas
2. Cálculo de la M.O.D.
3. Cálculo de la M.O.I.
4. Cálculos de administración
5. Análisis del punto de equilibrio
6. Días productivos
7. Análisis final

## **2.4 Módulo 4 (Ingeniería del Empaque)**

### **2.4.1 Materiales**

#### **Papel y cartón**

En el campo del empaque todavía prevalecen como los materiales mas empleados el papel y el cartón, poseen gran versatilidad y prácticamente se utilizan de alguna forma, ya sea por si solos o combinados con otros materiales de empaque, en cualquier producto son muchos los tipos de papel y cartón que se encuentran.

- **Kraft no blanqueado (puro)**

Papel ordinario de color café, hecho de maderas coníferas. Este papel es el más económico y resistente de los papeles, su economía se atribuye al bajo costo de su materia prima, y de los métodos eficientes de producción en masa que existen. Con un buen acabado su superficie resulta apta para imprimirla.

Hay cuatro usos principales del papel Kraft: sacos de papel y bolsas de tiendero, sacos para empaque, papel para envoltorios y papeles engomados y asfálticos.

- **Papeles blanqueados**

Apariencia clara y blancura necesarias para impresiones de alta fidelidad, caracterizan a este tipo de papeles. Están hechos de pulpa de madera que contiene mezclas de pulpa de madera suaves de fibras largas.

Se clasifican básicamente en dos categorías los que son funcionales y aquellos que son funcionales y promocionales.

Muchos están encerados, plastificados, revestidos con polietileno o tratados de alguna otra manera. Los papeles promocionales, además de cumplir una misión funcional, permiten ser impresos de una forma excelente. La mayoría están revestidos o supercalandriados para proporcionar una buena recepción a la tinta en su superficie.

- **Papel pouch**

Este papel se utiliza para hacer bolsas, en maquinas automáticas, formadores, a partir de rollos, su superficie permite muy bien la impresión.

- **Papel glasé**

Superficie muy tersa, alta densidad y transparencia, aunque puede opacarse, es resistente a la grasa, se puede proveer de una barrera contra la humedad, vapor y agua, encerándola, laminándolo o revistiéndolo, no permite el traspaso de aromas y olores, por lo que se utiliza mucho para empacar alimentos, como sopas deshidratadas, gelatinas en polvo, papalinas y otros.

- **Papel pergamino**

Es resistente a la humedad y a la grasa, se utiliza mucho para empacar materiales grasosos como: mantequilla, vegetales húmedos, carnes y en bolsas de varios pliegos.

- **Papel tissue**

El uso principal del papel tissue es como envoltorio interior. Envoltorios de tissue impregnados con parafina son resistentes y sanuarios, pueden sellarse con calor, también se utiliza el papel tissue como capa protectora.

- **Cartón sin blanquear**

Es el material que en volumen de toneladas, mas se utiliza para empacar. El mayor uso de este cartón es como: empaque s corrugados para embarques,

envases de fibra sólida para embarque, toneles de fibra, latas compuestas y cajillas de bebidas.

Hay cuatro tipos principales de cartón no blanqueado: cartón Kraft liso, cartón de yute liso, cartón corrugado y cartón chip.

- **Cartón blanqueado**

El cartón blanqueado o blanco representa un 40% del mercado de cajas de cartón, se le prefiere por su blancura, apariencia y sus características sanitarias, que lo hacen ideal para muchas mercancías modernas.

Tradicionalmente se empleaba en recipientes para leche y empaques de comidas congeladas que requieren pureza y condiciones sanitarias.

## **Plásticos**

Los plásticos han venido a convertirse en uno de los materiales más empleados en empaque, rivalizando con el papel, cartón, metales y vidrio, en un creciente número de mercados. Están ganando cada vez más terreno en el campo de botellas, cierres, cajillas y tubos, además, empaques en pliegos termoformados, plásticos espumosos y empaques termoencogibles son de las últimas contribuciones más importantes en empaque.

El polietileno es el plástico que más se utiliza en empaque, aproximadamente cubre las dos terceras partes del consumo. Otros plásticos de importancia cada vez mayor en empaque son el polietileno, vinyl, celulósicos, polipropileno, nylon y acrílicos.

Algunos plásticos son relativamente caros, pero otros son muy económicos, el polietileno por ejemplo, es el material transparente más barato que pueden adquirir los empacadores.

## **Metales**

Los recipientes metálicos surgieron por la necesidad de un empaque que pudiera preservar alimentos. Actualmente latas de acero inoxidable, aluminio y fibras metálicas se utilizan para envasar infinidad de productos no alimenticios, desde pinturas, barnices, aceites, químicos, hasta tabacos, drogas, cosméticos y otros artículos de uso personal. Las latas metálicas son los recipientes de mayor resistencia al calor, frío, humedad y mal trato durante su manejo y traslado. Tienen mayor durabilidad y muy buena presentación, además se adaptan a líneas de llenado de velocidades muy altas.

La mayoría de las latas se hacen partiendo de láminas metálicas revestidas. El revestimiento dependerá del uso final al que se destine el producto.

## **Vidrio**

Los recipientes de vidrio, especialmente, abarcan un amplio sector del mercado de empaque rígidos los procesos modernos de manufactura del mismo han incrementado su producción, reducido sus costos. Si el empaque necesita llenar los siguientes requisitos, se debe de considerar el vidrio:

- **Visibilidad:** Si el producto tiene buena apariencia, si necesita identificación instantánea, comprobación de calidad y cantidad.



- **Resistencia, rigidez y vida en anaqueles:** Si el producto va a permanecer largo tiempo en anaqueles o estanterías, el vidrio puede ser la solución ya que no se deteriora y con un buen cierre, proporciona una protección del 100% contra cualquier cosa exceptuando la luz. El vidrio coloreado especialmente el ámbar protege contra los rayos de luz.
- **Vuelta a usar:** Si el producto no se va a consumir de una sola vez, existen tipos moderados de cierre que hacen el abrir y vuelta a cerrar, factible y fácil.
- **Personalidad:** Si el producto debe tener individualidad, hay una gran variedad de moldes y tallas disponibles.
- **Economía:** El vidrio es el más barato de los contenedores rígidos, debido al bajo costo de su materia prima.

## **Madera y textiles**

El uso de la madera como empaque se ha restringido últimamente para embarque y empaque de ciertos productos finos, por la excelente presentación que presenta. Los sacos o costales hechos de fibras vegetales son comunes para el empaque de productos agrícolas, aunque se han venido sustituyendo por similares de fibras artificiales.

### **2.4.2 Tipos de empaque**

#### **Clasificación**

Generalmente se clasifican los empaques en dos tipos básicos:

1. El de protección
2. El decorativo

### 1. **Empaque protector**

El principal objetivo del empaque protector, es suministrar protección, control de cantidad o de tamaño de la unidad, y proporcionar un medio apropiado de contener el material durante el traslado o su almacenamiento. El empaque protector debería consumirse o emplearse de nuevo.

### 2. **Empaque decorativo**

Es aquel que se requiere para proporcionar a tracción de venta. Hay cierto traslape en el uso de estos términos, ya que ejemplo la mayoría de empaques decorativos deben de tener alguna cualidad protectora y algunos empaques protectores deben generar ventas.

También se podrían clasificar según las formas que adopten, ya sean estas, bolsas, cajas, sacos, toneles, botellas, latas; o por su estructura en flexibles, semirígidos y rígidos. En éste caso, al describir los materiales básicos se va a indicar la estructura de los mismos y las formas que pueden adoptar para servir como empaque.

#### 2.4.3 **Clasificación**

Los productos se clasifican en tres grupos, a saber: productos de consumo masivo o productos comerciales, productos institucionales y productos industriales. Los productos de consumo masivo son aquellos que se venden a un consumidor que los adquiere por impulso, por necesidad o influenciado por

la publicidad. Los productos institucionales y los de consumo se venden al detal. La diferencia con los de consumo es que tienen un consumidor específico. Los productos industriales son materias primas utilizadas por un convertidor en la fabricación de productos de consumos masivos o institucionales. Los productos de consumo masivo se empacan en recipientes denominados empaques de presentación o empaques primarios. Los productos institucionales se empacan en empaques denominados empaques institucionales. Los productos industriales se empacan en empaques denominados industriales o embalajes.

El empaque de un producto de consumo estará formado por un su empaque de presentación con todos sus elementos, más un empaque industrial o embalaje son todos sus elementos. Quiere decir que un producto de consumo o institucional es una materia prima para un distribuidor y comercializador.

Cada conjunto tiene elementos que, como se dijo atrás, cumplen una función. Al empaque comercial se le pueden dar una o varias funciones según el producto. Lo primero es el diseño gráfico. Algunos materiales no se prestan para hacerles un diseño muy elaborado por lo que se recurre a la forma. Los empaques comerciales se destacan por la forma. Muchas veces es el argumento para diferenciar un producto de la competencia.

La facilidad para disponer del contenido se denomina factor de comodidad o de utilidad. Es una característica que solamente se le aplica al empaque de consumo y al empaque institucional. Normalmente hay un elemento que permite usar el contenido sin dificultad.

Los productos comerciales se presentan en varias unidades según el mercado objetivo. Este factor se denomina factor de mercadeo. Los productos

institucionales por tener un mercado específico y a veces cautivo, las funciones son más restrictivas. Ellas se enfocan más a la identificación del producto y a empaquetar la cantidad que se consume en cada compra. El complemento de estos dos empaques es uno industrial o embalaje. El énfasis consiste en lograr que sea manejable y que el contenido esté correctamente identificado.

Esta clasificación es importante porque se comprende que cada producto tiene su conjunto empaque y estos son diferentes. Además, se observa que existen varias fórmulas para diferenciar productos que compiten entre sí por conquistar los mercados.

#### **2.4.4 Especificaciones técnicas**

Las especificaciones de empaque son una herramienta poderosa para el ejecutivo encargado de las compras de materiales de empaque, y son una descripción precisa y detallada, que contiene información sobre todos los aspectos necesarios, propiedades y características especiales, de un material de empaque, un empaque o envase terminado o un accesorio, y que facilita una comunicación sin ambigüedades entre el fabricante (proveedor) y el usuario (comprador).

Basándose en la información contenida en la especificación, el proveedor puede cotizar, fabricar y entregar los envases exactamente e acuerdo con los requisitos del comprador. Las especificaciones de empaque o envase deberán ser lo suficientemente detalladas como para posibilitar lo anterior y, al mismo tiempo, lo suficientemente flexibles como para permitir cambios y mejoras eventuales. Para evitar la inclusión de datos innecesarios o irreales (sobre-especificaciones) en la especificación de empaque o envase, es siempre recomendable discutir su formulación con el proveedor. Esto es especialmente

importante en cuanto a la calidad de la materia prima. (Disponibilidad para el proveedor), limitaciones eventuales en los equipos de producción, posibilidades prácticas de cumplir con las tolerancias establecidas, etc. Consecuentemente, tampoco resulta realista copiar especificaciones de envases extranjeros, especialmente e países industrializados, sofisticados, en las cuales las condiciones son completamente diferentes. Especificaciones de empaque y envase - ¿Por qué y para qué? En la mayoría de los casos, hay cuatro razones principales por las que hay que preparar especificaciones escritas sobre los materiales de empaque o los envases que se desea adquirir: Para garantizar que el material o envase sea compatible con los requisitos del producto a empacar, con la maquinaria de envasar que se utilice, con los esfuerzos a que será sometido por el modo de transporte utilizado y con las necesidades del consumidor final.

## **2.5 Módulo 5 (Sistema Justo a Tiempo)**

### **2.5.1 Sistema Justo a Tiempo: la lógica del JIT**

#### **Qué es Justo a Tiempo**

Es un conjunto integrado de actividades, diseñado para lograr un alto volumen de producción, utilizando inventarios mínimos de materia prima, trabajo en proceso y productos terminados. El Sistema Justo a Tiempo Se basa en la lógica de que nada se producirá hasta cuando se necesite. Filosofía Industrial de eliminación de todo lo que implique desperdicio en el proceso de producción, desde las compras hasta la distribución, o sea eliminación de actividades que no agreguen valor al cliente.

## **Filosofía justo a tiempo**

La filosofía del JIT reduce o elimina buena parte del desperdicio en las actividades de compras, fabricación, distribución y apoyo a la fabricación (actividades de oficina) en un negocio de manufactura. Hace hincapié en poner bajo control el proceso de producción y mantener ese control a fin de poder ejecutar el primer plan sin necesidad de trazar otros nuevos. Esta filosofía se convierte en un medio poderoso para mejorar la producción.

## **Beneficios del JIT**

- Aumentos del 20-50% en la productividad de mano de obra directa o indirecta
- Aumentos del 30-40% en la capacidad de los equipos
- Reducción del 80-90 % en el tiempo de fabricación
- Reducción del 40-50 % en los costos por fallas
- Reducción del 8 –15 % en los costos de materiales comprados
- Reducción del 50-90 % en los inventarios
- Reducción del 30-40 % en requerimientos de espacio

## **Conceptos básicos de la filosofía justo a tiempo**

Los sistemas Justo a Tiempo combinan la componente de control de producción y una filosofía administrativa. Se requieren cuatro preceptos básicos para el éxito de un sistema JIT:

- Eliminación de desperdicio
- Participación de los empleados en la toma de decisiones
- Participación de los proveedores

- Control total de la calidad

### **Desperdicio**

Todo lo que sea distinto de los recursos mínimos absolutos de materiales, máquinas y mano de obra necesaria para agregar valor al producto.

### **Participación de los empleados**

La participación de los empleados como parte de la filosofía JIT va de la mano con la cultura de los sistemas controlados por el mercado. En el sistema JIT esto se logra a través del trabajo en equipo y de delegar autoridad en los empleados. Se da más responsabilidad a cada uno de los empleados en el proceso de producción.

### **Participación de los proveedores**

La participación de los proveedores indica una relación de trabajo distinta con los proveedores. En lugar de verlos como adversarios, los proveedores se consideran socios. La tendencia es reducir el número de proveedores y establecer asociaciones a largo plazo con ellos. Este proceso es también parte del enfoque del (TQM) Tecniqe Quality Manufacturing o Gestión de la Calidad Total, su impacto es mayor cuando se implanta como parte de la filosofía JIT.

### **Control total de la calidad**

El JIT solamente podrá tener éxito en una empresa que fabrique artículos de calidad. El JIT no se puede desligar de la calidad en ningún momento. La calidad es lo que hace posible el JIT.

Recuérdese la definición y el propósito del JIT: producción de la cantidad mínima posible en el último momento posible utilizando un mínimo de recursos y eliminación del desperdicio en el proceso de producción. Una empresa que pretenda lograr la fabricación perfecta de un artículo cada vez, no tendrá tiempo para rehacer piezas. Si no se fabrica una pieza buena la primera vez, y todas las veces, entonces la producción se detendrá. Sin producción de calidad, no hay manera de eliminar inventarios.

### **Elementos de la filosofía justo a tiempo**

- La Filosofía Justo a Tiempo como tal
- Calidad en la Fuente
- Equilibrio de Procesos (Carga Fabril Uniforme)
- Operaciones Coincidentes (Tecnología de grupos)
- Tiempo Mínimo de Preparación
- Sistema de Control Kanban u Operaciones Eslabonadas
- Las Compras Justo A Tiempo

### **2.5.2 Implantando el sistema de producción JIT**

#### **Fases para la implementación del JIT**

Es la fase de preparación, define de qué manera servirá esto para convertir la producción de la empresa en un arma estratégica que mejore la producción de mercado, es decir la definición y la estrategia.



## **Creación de la estructura organizacional**

Consiste en organizar la empresa en cuatro protagonistas claves. El comité directivo, un facilitador, los grupos encargados de proyectos y los jefes de grupos de proyectos. Es importante establecer un comité directivo encabezado por un alto directivo.

## **Puesta en marcha del plan**

Esta fase comprende tres partes:

1. Proyectos pilotos e implementación proyectos por proyectos.
2. Educación, ampliación de los conocimientos acerca del JIT, y aprovechamiento de los resultados obtenidos mediante los proyectos pilotos y otros.
3. Institucionalización.

### **2.5.3 Algunas indicaciones técnicas sobre el kanban**

La expresión Justo a Tiempo tuvo su origen en el Japón y su aplicación más famosa tuvo lugar en el Toyota Motor Company. El sistema Toyota conocido como Kanban por la palabra japonesa que significa "registro visible", utiliza únicamente dos tipos de tarjetas (kanbans) para indicar la cantidad y el momento del flujo de materiales:

Una tarjeta de movimiento autoriza la transferencia de un recipiente estándar, que contiene una parte específica, de la estación de trabajo donde se produjo la parte a la estación donde será usada.

Una tarjeta de producción autoriza la producción de un recipiente estándar de una parte específica en la estación de trabajo desde la cuál se ha transferido un recipiente.

Una tarjeta con el recipiente y típicamente está marcada con un número de identificación, un número de parte, una descripción de la parte, el lugar de emisión y el número de unidades que contiene el recipiente estándar. Así las tarjetas sustituyen a la computadora en el seguimiento y control del flujo de materiales.

El muy elogiado “Método Toyota de la Producción” es algo más que seguir la producción mediante kanbans. Las características siguientes respaldan al concepto kanban y constituyen por sí mismas programas importantes:

#### **Producción libre de defectos.**

El método kanban exige que la producción se interrumpa cuando se encuentren defectos. Las detenciones se minimizan eliminando las causas principales de los defectos: descuido del operador, fuerza excesiva, procedimientos irregulares y desperdicio. Se ha demostrado que la proporción de productos defectuosos es siempre inferior al 1 por ciento si se suprimen estas cuatro causas.

#### **Producción por unidad.**

La implantación del kanban revela por lo general desequilibrios en la producción que pueden ser corregidos igualando el flujo cuando se acumulan los materiales, se producen recargas innecesarias y las entregas son deficientes.

Se pueden hacer varios productos diferentes en la misma línea de ensamble ya que cada producto, por ejemplo un automóvil es un lote de 1. Para lograr la producción por unidad, los trabajadores deben conocer varias especialidades, los tiempos de ciclo se tienen que nivelar mediante tareas muy cortas y las instalaciones deben permitir cambios rápidos.

### **Producción integrada.**

Cuando un fabricante de productos finales aplica el método kanban, sus proveedores deben de estar dispuestos también a adoptar el método. La información completa sobre producción debe fluir entre el usuario y los proveedores, aunque estén separados por grandes distancias. La coordinación resultante aumentará las ganancias de ambos.

#### **2.5.4 Experiencias empresariales con el JIT <sup>(A)</sup>**

### **Historia**

En marzo de 1937, Julius Frankenberg constituye la compañía J. Frankenberg, C. x A, para la representación en la República Dominicana de diversas firmas alemanas. Desde entonces y hasta principios de la década de los 60, la empresa estuvo dedicada esencialmente a la comercialización de joyas, relojes, distintos géneros textiles y artículos en general. Con el advenimiento de ciertas restricciones cambiarias al sector de las importaciones, la empresa se fue orientando hacia la producción fabril constituyendo en 1963 la primera división industrial de fabricación de artículos plásticos bajo la marca de DURALON®.

A comienzos de la década de los 90, una nueva instalación productiva fue creada para el área de soplado de envases: NOVOPLAST. Con esta nueva

---

(A). Sitio web [http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria\\_industrial/justoatiempofundamentos/](http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/justoatiempofundamentos/)

división industrial, se aúnan los esfuerzos de un conjunto de profesionales altamente capacitados para lograr un proceso de fabricación totalmente automatizado, poniendo a la empresa a la vanguardia de la tecnología en su sector de actividad.

### **Política de calidad**

Es compromiso de Duralon establecer y mantener un sistema de mejoramiento de calidad continuo, fundamentado en calidad de producto, costo competitivo y flexibilidad en servicio, para satisfacer consistentemente las necesidades de nuestros clientes.

- Valores
- Calidad del Producto
- Servicio de Primera
- Trabajo en equipo
- Responsabilidad
- Flexibilidad
- Eficiencia
- Cortesía
- Agilidad

### **Forma de operación actual**

Producto: **GUACAL PEQUEÑO**

### **Procesos actuales**

#### **a. Materia Prima**

1. Polietileno de alta densidad (High Density Polietilen. HDP)
2. Colorante.

**Procedencia de las materias primas:**

1. Estados Unidos
2. México
3. Venezuela

**Cantidad de proveedores:**

- Tres son permanentes y dos alternativas.
- Estos suplidores cumplen al 100% con los requisitos y especificaciones de calidad que exige DURALON.

**Programación de colocación de órdenes:**

Los pedidos se efectúan de acuerdo a la planeación de la producción, y se realiza por lotes, los cuales son recibidos parcialmente de acuerdo a los requerimientos de la producción. El tiempo para recibir estos embarques está comprendido entre cinco y seis semanas desde el momento del despacho por parte del suplidor.

**b. Producción**

**Tipos de procesos:**

1. Por inyección
2. Por soplado

**Por inyección:**

La producción se basa en sacar piezas con la ayuda de maquinas que derriten la materia prima y rellena el molde con la forma de estos productos.

**Productos por inyección fabricados:**

Huacal, molde de hielo, escurridores, hampers, bañitos, cubetas, cubos, lebrillos, exprimidores, organizadores, sillas, etc.

**Período de alistamiento:**

Las maquinarias requieren de un proceso de preparación de ocho a diez horas para el cambio de tipo de productos, esta fase se realiza por el operador de máquina (personal técnico que se encarga de desmontar y montar los moldes y los ajustes necesarios para la elaboración óptima del producto).

Con el ajuste de las maquinarias se comienza la producción manejada por uno operario entrenado para darle seguimiento continuo al proceso, observar el proceso, mantener la calidad del producto y organizar el producto terminado.

Es importante mencionar que es de conocimiento de toda la planta lo sucedido

**Capacidad de la máquina:**

La máquina F1000A, tiene una capacidad de 1200 unidades por día.

### **Supervisión de la calidad:**

- Dos supervisores de calidad del producto
- Un auditor de calidad

### **Órdenes de producción:**

- -Por pedido
- Datos estadísticos de demanda.

En esta planeación intervienen los gerentes de áreas. Todo el personal conoce el objetivo de producción diario de DURALON, y sus resultados.

#### **c. Almacenamiento de productos terminados.**

Concluido en proceso de producción se envían, los productos terminados, a un almacén destinado para estos fines.

#### **d. Despacho.**

1. Facturación de la mercancía solicitada
2. Se envía la orden al almacén para que sea seleccionada
3. Producto es entregado al encargado de despacho
4. Se revisa y lo entrega al cliente

La empresa puede enviar, a requerimiento del cliente, la mercancía comprada a sus almacenes.

### **e. Mantenimiento**

1. Mantenimiento preventivo
2. Mantenimiento correctivo

El preventivo es de primordial importancia para el logro de un funcionamiento estable y continuo de las maquinarias, en donde se logra evitar fallas inesperadas que paralizarían el proceso de producción, este reduce al mínimo el mantenimiento correctivo.

Ya que DURALON opera las 24 horas del día, para no dar ninguna cabida a detenerse por fallas en las maquinarias, actualmente se encuentra un 80% en mantenimiento preventivo y un 20% en mantenimiento correctivo.

La empresa cuenta con un personal de mantenimiento para los servicios de rutina y sub-contratan personal externo para mantenimientos mayores.

### **f. Adiestramiento**

El personal recién integrado al proceso de producción es adiestrado de acuerdo a su función para la optimización del desempeño.

Los turnos laborales son dos : de 7:00 am/7:00 pm y de 7:00pm./7:00am.

## **Implementación del justo a tiempo para DURALON**

### **Paso 1: capacitación del equipo justo a tiempo**

Se recomienda para esta fase:



- Crear grupos de dirección orientados a la filosofía JIT.
- Un programa de entrenamiento que abarque a toda la empresa.
- Hacer de conocimiento de la empleomanía cuales son los objetivos y metas
- que se persiguen con la implementación JIT.
- Hacer partícipes a los empleados en la toma de decisiones.

## **Paso 2: implantación inicial en la línea de producción**

En esta fase se recomienda:

Organizar el área de producción de manera que el proceso completo implique una línea continua desde la recepción de materia prima hasta la salida de producto terminado del área de producción, evitando con ello el cúmulo de producto terminado que se ocasiona alrededor de las máquinas.

Suministrar las cantidades mínimas requeridas de materia prima para el lote de producción.

La planeación de la elaboración del producto debe ser diseñada para su salida directa desde el área de producción hasta el cliente.

Fabricación de lotes mínimos con mayor frecuencia.

## **Paso 3: implantación del programa de control de calidad total.**

Esta fase está bajo control, pues como se mencionó en la política de DURALON lo principal es mantener un mejoramiento continuo de la calidad.

DURALON posee los dos elementos básicos:

1. Proveedores confiables con estándares de productos certificados por ISO9000.
2. Calidad en el proceso interno de fabricación, lo cual depende del personal capacitado para mantener los estándares establecidos.

#### **Paso 4: conversión de la línea de producción al JIT.**

Esto es básicamente poner en práctica los resultados de la fase 1. En esta fase los empleados de DURALON están conscientes de las metas diarias de producción.

Para esta fase se recomienda:

Que a medida de los requerimientos del equipo de producción almacén suministre los materiales necesarios.

Ir reduciendo su inventario de contingencia a medida que los empleados estén capacitados para su autoevaluación, para suavizar la inspección final.

#### **Paso 5: el trabajo con los proveedores.**

En esta fase lo importante es interactuar con los proveedores de manera que ellos conozcan el sistema JIT que se pretende implementar y que se sientan partícipes del JIT, de esta manera se puede llegar a acuerdos contractuales de forma tal que no se vea entorpecido el suministro de los materiales por desconocimiento o malos entendidos.

En vista de que la cantidad y calidad de los proveedores que DURALON tiene actualmente es la adecuada, por ende no hacemos mayor hincapié en las recomendaciones necesarias para esta fase.

### **Paso 6: la evaluación del desempeño del justo a tiempo.**

Esta fase entra en acción luego de un tiempo prudente de la implementación del sistema, la cual es aproximadamente un año.

En este punto la empresa tendrá la oportunidad de evaluar los resultados y compararlos con los resultados anteriores al JIT.

El éxito dependerá del alcance de las metas planeadas y en todo caso este análisis servirá de medida de corrección de errores y planificación de mejoras continuas, en virtud de que la única constante en nuestros tiempos es el cambio.

### **Conclusión**

El Sistema Justo a Tiempo representa una poderosa herramienta para reducir el inventario, mejorar la producción y las operaciones de servicio. La implementación de los principios Justo a Tiempo están orientados a la optimización de la de producción; sin embargo, en vista de los requerimientos

## 2.6 Módulo 6 (Planeación Agregada)

### 2.6.1 Descripción de las actividades de la planificación de operaciones

La planificación precede al control. Entonces antes de introducir las técnicas de control en la administración de las operaciones, necesitamos revisar algunas de las decisiones más importantes relacionadas con la planificación de las operaciones.

Cuatro decisiones clave (capacidad, ubicación, proceso y distribución física) proporcionan la dirección estratégica a largo plazo para la planificación de operaciones. Determinan la dirección estratégica a largo plazo para la planificación de operaciones. Determinan el tamaño adecuado de un sistema de operaciones, dónde deben ubicarse las instalaciones físicas, los mejores métodos para transformar insumos en productos terminados y la mejor y más eficiente distribución del equipo y estaciones de trabajo. Una vez que estas decisiones se han tomado, tres decisiones a corto plazo (el plan agregado, el programa maestro y el plan de requerimientos de materiales) deben establecerse. Estos proporcionan los planes tácticos para el sistema de operación.

#### **Tipos de decisiones de planificación:**

- Planificación de la capacidad
- Planificación de la ubicación e instalaciones.
- Planificación del proceso
- Planificación de la distribución de las instalaciones.
- Planificación agregada.

- Programa maestro.
- Planificación de requerimientos de materiales.

### **Actividades de la planificación de operaciones**

1. Describir las operaciones como un sistema tanto de organizaciones productivas como de servicios
2. Explicar la relación entre la administración de operaciones, la eficiencia de la productividad y las prioridades competitivas de los clientes.
3. Describir algunas cuestiones del diseño de sistemas de operaciones.
4. Explicar algunas cuestiones del diseño de puestos importantes para la administración de operaciones.
5. Explicar la importancia de la administración de inventarios y sus desafíos
6. Explicar la proposición de que todas las operaciones, incluso las de producción, son servicios

#### **2.6.2 Planificación agregada de la producción**

La planeación agregada se refiere a la relación entre la oferta y la demanda de producción a mediano plazo, hasta aproximadamente 12 meses hacia el futuro. El término “agregada” implica que esta planeación se realiza para una sola entidad general de producción o, cuando mucho, algunas categorías de productos acumulados. El objetivo de la planeación agregada es establecer niveles de producción generales a corto y a mediano plazo al enfrentarse a una demanda fluctuante o poco segura. <sup>(86)</sup>

Como resultado de la planeación agregada deben tomarse decisiones y establecerse políticas que se relacionen con el tiempo extra, contrataciones,

despidos, subcontratistas y niveles de inventario. La planeación agregada determina no sólo los niveles de producción que se planean sino también la mezcla apropiada de recursos a utilizar.

En el sentido amplio de la definición, el problema de la planeación agregada tiene las siguientes características: <sup>(87)</sup>

1. Un horizonte de tiempo de aproximadamente 12 meses, con actualización del plan en forma periódica (quizá mensual).
2. Un nivel acumulado de demanda del producto formado por una o pocas categorías de productos. Se supone que la demanda que fluctúa, es poco cierta o tiene estacionalidad.
3. La posibilidad de cambiar tanto las variables de oferta como las de demanda.
4. Una variedad de objetivos administrativos que podrían incluir un bajo nivel de inventarios, buenas relaciones laborales, bajo costo, flexibilidad para incrementar los niveles de producción en el futuro y un buen servicio a clientes.
5. Instalaciones que se consideran fijas y no pueden expandirse.

### **Opciones de toma de decisiones**

El problema de la planeación agregada puede aclararse mediante un análisis de las distintas opciones de toma de decisiones disponibles. Se dividirán en dos tipos de decisiones: 1) las que modifican la demanda y 2) las que modifican la oferta. Es posible modificar o influir en la demanda de varias maneras: <sup>(88)</sup>

---

(87), (88), Páginas 333 y 335 del libro de Roger G. Schroeder "Administración de Operaciones"

1. **Precios:** Con frecuencia se utilizan diferencias de precios para reducir la demanda pico o para acumular una demanda en las temporadas bajas. Algunos ejemplos son los precios de las matinés en los cines. <sup>(89)</sup>
2. **Publicidad y promociones:** Este es otro método que se utiliza para estimular o, en algunos casos, uniformar la demanda. La publicidad generalmente se coordina en el tiempo de manera tal que se promueva la demanda durante los períodos bajos y se pasa parte de la semana de los períodos pico a los tiempos bajos.
3. **Trabajo pendiente (backlog) o reservaciones:** En algunos casos se influye en la demanda al pedir a los clientes que mantengan pendientes sus pedidos (backlog) o reserven la capacidad por anticipado (reservaciones). Generalmente hablando, esto tiene el efecto de pasar la demanda de los periodos pico a los periodos con capacidad libre. Sin embargo, el tiempo de espera puede dar como resultado la pérdida de una venta.
4. **Desarrollo de productos complementarios:** Las empresas que tienen demandas altamente estacionales pueden intentar desarrollar productos que tengan tendencias del ciclo contrario en la estacionalidad.

También existe un gran número de variables disponibles para modificar la oferta a través de la planeación agregada. Aquí se incluyen: <sup>(90)</sup>

1. Contratación y despido de empleados
2. Uso de tiempo extra y de semanas cortas
3. Uso de mano de obra temporal o eventuales
4. Uso de inventarios

---

<sup>(89)</sup>, <sup>(90)</sup>, Páginas 335 y 336 del libro de Roger G. Schroeder "Administración de Operaciones"

5. Subcontratistas
6. Hacer arreglos de cooperación <sup>(91)</sup>

### **Estrategias básicas**

Pueden utilizarse dos estrategias de operaciones puras junto con muchas combinaciones entre ellas para satisfacer las fluctuaciones de la demanda con el tiempo. Una estrategia pura es nivelar la fuerza de trabajo y otra es relacionar la demanda con la fuerza de trabajo. Con una estrategia perfectamente nivelada, habrá constancia en la producción en tiempo normal. Cualquier variación en la demanda debe absorberse entonces mediante el uso de inventarios, tiempo extra, eventuales, subcontratistas, arreglos de cooperación o cualquiera de las opciones que influyen en la demanda. Lo que se ha hecho esencialmente con la estrategia de nivelación es fijar la fuerza de trabajo regular utilizando una de las 10 variables anteriores disponibles para la planeación agregada.

Con la estrategia de cambio simple se nivela la fuerza de trabajo y se cambia para satisfacer la demanda. En este caso no es necesario mantener inventarios ni utilizar alguna de las otras variables disponibles para la planeación agregada. La fuerza de trabajo absorbe todos los cambios en la demanda. <sup>(92)</sup>

Por supuesto, ambas estrategias están en el extremo; en una estrategia no se hace ningún cambio con la fuerza de trabajo y en la otra se varía la fuerza de trabajo en forma directamente proporcional a los cambios en la demanda.



## **Costos de la planeación agregada**

La mayoría de los métodos de planeación determinan un plan que minimiza los costos. Según estos métodos, se supone que la demanda es fija, por lo tanto las estrategias para modificar la demanda no se toman en consideración. Si tanto la oferta como la demanda se modifican de manera simultánea, resultaría más apropiado maximizar las utilidades. <sup>(93)</sup>

Cuando se considera que la demanda está dada, deben tomarse en consideración los siguientes costos:

1. Costo de contratación y despido
2. Costos de tiempo extra y tiempo perdido
3. Costos de mantenimiento de inventarios
4. Costos de subcontratistas
5. Costos de la mano de obra eventual
6. Costo de agotamiento de inventarios o pedidos <sup>(94)</sup>

### **2.6.3 Técnicas de planificación agregada**

La planificación es un proceso continuo que tiene por objeto anticipar decisiones con la finalidad de optimizar el uso de los recursos productivos. Supone, en definitiva un intento de resolver el problema de ajustar las capacidades del sistema productivo a la demanda real o prevista. En este sentido, los inventarios jugarán un papel fundamental, ya que en algunos periodos fabricaremos cantidades superiores a la demanda, y en otros, cantidades inferiores generándose así un ciclo de stock.

Resulta habitual considerar diferentes niveles de planificación.

---

(93), (94), Páginas 339 y 340 del libro de Roger G. Schroeder "Administración de Operaciones"

**Tabla I. Niveles de planificación**

Planificación	Horizonte Temporal	Objetivo	Tipo de Decisiones
Agregada	Largo	Fijar las grandes líneas de actuación y detectar Grandes problemas con antelación	Poco Concretas
Detallada	Medio	Gestión de materiales y cálculo de necesidades	Bastante Detalladas
Programación	Corto	Analizar detalladamente lo que pasara y decidir Las acciones más propias	Muy Concretas

**Fuente:** <http://www.uoc.edu/in3/e-math/docs/Planificacion.pdf>

La planificación es un proceso continuo: coexisten simultáneamente diversos planes/niveles vigentes, coordinados y jerarquizados, de manera que cada uno estudia el problema desde un punto de vista diferente. Estos planes tendrán en consideración horizontes diferentes y serán reelaborados periódicamente antes de que se llegue al final de su horizonte.

Para definir un plan, deberemos fijar seis características:

- 1) **Finalidad:** objetivos del plan
- 2) **Nivel de detalle:** Tipo de Información que Contiene
- 3) **Horizonte:** Período de Tiempo durante el cual se considerará
- 4) **Unidad temporal:** Intervalos Temporales en que se divide el Horizonte (meses, semanas, etc.)
- 5) **Frecuencia:** Tiempo que transcurrirá entre dos versiones sucesivas del plan
- 6) **Rigidez:** Período durante el cual las decisiones planificadas ya son definitivas.

**Tabla II. Sistema de planificación continuada**

DISEÑO DE UN SISTEMA DE PLANIFICACIÓN CONTINUADA						
Nombre	Finalidad	Horizonte	Unidad Temporal	Frecuencia	Periodo de Rigidez	Detalle
Plan Estratégico de producto	Definir nuevos productos o nuevo mercado	10 años	1 a 2 años	Anual / Bianual	3 a 4 años	Grandes Familias de Productos
Plan Estratégico de procesos	Modificaciones de la tecnología o la capacidad	5 a 7 años	1 a 2 años	Anual	1 a 4 años	Grandes Opciones
Plan Táctico de Inversiones	Coordinar proyectos de inversión	3 a 5 años	1 trimestre a 1 año	Anual	1 año	Proyectos / Actividades
Plan Maestro de Producción	Coordinar el uso de los recursos escasos	12 a 18 meses	1 mes a 1 trimestre	Mensual	2 a 4 meses	Unidades de Base (familias) + opciones
Plan Detallado de Producción	Coordinar producción y venta. Aprovechamiento	3 a 8 meses	1 semana a 1 mes	Semanal / Mensual	1 a 3 meses	Unidades de Base (familias)
Programa de Producción	Asignar operaciones a periodos y lugares	1 a 6 semanas	Día	Diaria / Semanal	2 a 3 días	Unidades, Subconjuntos, piezas, elementos
Secuencia (Lanzamiento)	Establecer la secuencia de operaciones					

Fuente: <http://www.uoc.edu/in3/e-math/docs/Planificacion.pdf>

### Planificación intuitiva

La planificación intuitiva nos da un procedimiento con el cual resulta sencillo elaborar y evaluar diferentes planes maestros, pero no ofrece garantías de que estos planes sean los óptimos. Partimos de un gráfico en que el eje de abscisas representa el tiempo, desde el inicio del plan hasta el horizonte de

planificación (T). En el eje de ordenadas hemos de indicar las unidades adecuadas para medir la producción, la demanda y los stock.

El gráfico representa la demanda acumulada a lo largo del período a planificar, así como los diferentes planes alternativos, cada uno de los cuales representa la producción acumulada en cada momento (incluido al stock inicial). El stock es un instante cualquiera,  $t$ , será la diferencia de ordenada entre la línea de producción y la de demanda, y si la primera se sitúa por debajo de la segunda en algún punto, en dicho instante se producirá una ruptura de stock.

La pendiente de la línea de producción indica la tasa de producción que el plan prevé en cada punto, lo que significa que hay un ángulo máximo admisible, correspondiente a la producción máxima (así podremos comprobar si un plan es factible o no). En este gráfico se han representado, para una misma línea de demanda y stock inicial y final, tres planes diferentes.

El plan I mantiene siempre una tasa de producción constante, pero genera una ruptura de stock entre  $t_2$  y  $t_3$ , por tanto no resultará aceptable. El plan II no genera ruptura y mantiene siempre un nivel bajo de stock, pero durante el tramo de los instantes  $t_1$  a  $t_2$  hay una tasa de producción muy alta, que podría resultar no factible (o factible pero a un gran coste). Además, tanto al principio como al final, la tasa de producción es muy baja. Finalmente, el plan III mantiene siempre unas tasas de producción razonables, aunque a costa de crear un stock considerable durante más de la mitad del tiempo.

Es muy habitual que la empresa opte por mantener un stock mínimo o de seguridad en el almacén (en especial cuando la demanda estimada puede sufrir variaciones importantes, o los costes de diferir la entrega sean muy elevados). Así, la línea de producción no solamente no ha de situarse por debajo de la

demanda, sino que deberá mantenerse a cierta distancia, es decir, por encima de la línea de la demanda corregida. En el caso de que el stock mínimo a mantener sea constante, esta demanda corregida será simplemente la demanda + el stock de seguridad. Si el stock mínimo es variable, en cada período de planificación habrá cierta cantidad de unidades que se deberán de añadir o extraer de la demanda a causa de la variación de stock. Así, p.e. si la demanda en un período es de 500 unidades y el stock mínimo baja de 200 a 150 unidades, no será necesario producir 50 de las unidades de la demanda ya que las podremos obtener de la disminución en el stock. En general, tendremos pues que, para el período t-ésimo ( $P_t$ ):

**Demanda corregida en  $P_t$**  = Demanda en  $P_t$  + Stock Seguridad en  $P_t$  – Stock Seguridad en  $P(t-1)$ .

Por convenio, para el primer período, tomaremos la demanda corregida como la suma de la demanda y el stock de seguridad asociado. El stock inicial siempre lo incluiremos en la producción disponible. A la hora de planificar la producción, cabrán pues tres estrategias posibles en base a las propiedades de la demanda:

1. En aquellos casos en que la demanda estimada tenga nula (o casi nula) variabilidad, y en los que además el coste de diferir la entrega sea relativamente razonable, será posible plantearse la posibilidad de diferir voluntariamente la demanda (rupturas previstas de stock) y estudiar si los costes derivados de ello compensan la consecuente disminución en los costes de posesión. Observar que la única restricción que estamos imponiendo a nuestro plan es que al final del horizonte de planificación hayamos satisfecho toda la demanda estimada.

2. Cuando los costes de diferir la entrega sean muy elevados pero sigamos teniendo una demanda estimada sin variabilidad (i.e; la demanda prevista coincidirá con la demanda real), planificaremos directamente sobre la demanda estimada, aunque no consentiremos rupturas de stock en nuestro plan (debido a los elevados costes que esto causaría). En este caso, la restricción que le estamos imponiendo al plan será la de satisfacer la demanda prevista a final de cada mes (o período).
  
3. Finalmente, si estimamos que la demanda prevista podrá sufrir variaciones importantes, resultará conveniente considerar un stock de seguridad que nos sirva de “colchon” ante posibles aumentos de la misma. En tal caso, a la hora de elaborar nuestro plan, utilizaremos la demanda corregida con un punto de partida. Al introducir estos stock mínimos en nuestro plan, estaremos exigiendo que, a final de cada mes, se satisfaga la demanda corregida del período.

### **Planificación óptima (problema del transporte)**

Con la planificación intuitiva, y usando una hoja de cálculo como la anterior, es fácil generar y evaluar nuevos planes maestros de producción (PMP), pero la calidad de éstos dependerá completamente de la habilidad, la experiencia y la inspiración del planificador.

Otra posibilidad más fiable para encontrar un buen plan de producción se basa en la aplicación a la planificación del llamado problema del transporte, uno de los modelos más conocidos de la programación lineal. En síntesis, la cuestión a resolver consiste en transportar, con un coste mínimo, capacidad de producción des de un período determinado a otro en que haya una demanda por cubrir. Es necesario, pues, identificar tres conjuntos:

1. **Un conjunto de fábricas u orígenes desde donde transportar la producción:** son los pares compuestos por los diversos períodos de tiempo y el tipo de recurso usado en la producción.
2. **Un conjunto de destinos a los cuales hay que transportar la producción:** son las cantidades de la demanda corregida o de la demanda (según haya o no stock mínimos) para cada período.
3. **Unos costes unitarios de transporte, uno por cada par origen-destino:** son los costes variables derivados del uso de los diferentes recursos de producción más los costes derivados de la posesión de stocks y, si se considera, los de diferir la entrega.

Los costes de producción se han de definir teniendo en cuenta que sólo aparecerán costes estrictamente directos; es decir, que si no se usa el recurso no habrá coste, y si se utiliza, el coste será proporcional a la cantidad de recurso utilizada. De esta forma, el salario fijo de los trabajadores no se habrá de contar como coste de producción, ya que lo tendremos que pagar de igual forma. En cambio, las horas extra, las primas y similares si se deberán considerar. Por lo que respecta al transporte, éste tiene dos sentidos: el transporte hacia el futuro (usar capacidad de enero para cubrir la demanda de mayo, por ejemplo) tiene un sentido claro ya que se trata de acumular material en el almacén; por tanto, su coste será el de posesión del stock. El transporte hacia el pasado representa la situación inversa, es decir, usar capacidad de mayo para cubrir la demanda de enero, lo cual equivale a decir que no serviremos la demanda de enero hasta mayo (retraso en la entrega del pedido). Por tanto, el coste de este tipo de transporte será el coste de diferir (si no se permite esta opción, siempre podemos asignar un valor infinito a este tipo de coste, con lo que eliminamos esta opción).

#### 2.6.4 Yield management

Gestión del rendimiento, también conocida como gestión de los ingresos, es el proceso de la comprensión, la anticipación y que influyen en los consumidores el comportamiento a fin de maximizar los ingresos o beneficios de un fijo, los recursos perecederos (tales como billetes de avión o habitación de hotel, reservas). Este proceso fue descubierto por el Dr. Matt H. Keller. El reto consiste en vender el derecho a los recursos de clientes en el momento adecuado para el precio justo. Este proceso puede resultar en discriminación de precios, cuando una empresa de cargas que consumen los clientes de otros productos o servicios idénticos un precio diferente para hacerlo. Gestión del rendimiento es un gran generador de ingresos para varias de las principales industrias.

#### Uso de la industria

Hay tres condiciones esenciales para la gestión de los ingresos que se procede:

- Que hay una cantidad fija de los recursos disponibles para la venta.
- Que los recursos que se venden son perecederos. Esto significa que hay un plazo para la venta de los recursos, tras lo cual dejará de ser de valor.
- Los diferentes clientes que están dispuestos a pagar un precio diferente para el uso de la misma cantidad de recursos.

Si los recursos disponibles no son fijas o no perecederos, el problema se limita a la logística, es decir, el inventario o la gestión de la producción. Si todos los clientes paguen el mismo precio para el uso de la misma cantidad de recursos,



el desafío podría ser limitado a la venta tan pronto como sea posible, por ejemplo, si hay costos para la celebración de inventario.

Gestión del rendimiento es de gran importancia sobre todo en los casos en que la constante de los costes son relativamente altos en comparación con los costes variables. El coste variable menos hay, más los ingresos adicionales obtenidos contribuirán al beneficio global. Esto se debe a que se centra en la maximización de los ingresos marginales esperados para una determinada operación y horizonte de planificación. Que optimiza la utilización de los recursos, garantizando la disponibilidad de inventario a los clientes con las más alta espera ingresos netos contribución y extraer el mayor nivel de disposición a pagar de toda la base de clientes. Gestión de los ingresos de los profesionales suelen reclamar el 3% y el 7% de incremento de los ingresos derivados de la gestión de los ingresos de la actividad. En muchos sectores esto puede equivaler a más de 100% de aumento en los beneficios. Un analista competente gestión de los ingresos con buenas herramientas de apoyo a la decisión puede generar 10,000 dólares por hora.

Gestión del rendimiento ha alterado de manera significativa los gastos de viaje y hospitalidad industrial desde su creación a mediados de 1980. Se requiere analistas con conocimiento detallado del mercado y avanzados sistemas de computación que la aplicación de sofisticadas técnicas matemáticas para analizar el comportamiento del mercado y capturar oportunidades de ingresos. Ha evolucionado desde el sistema de las compañías aéreas inventó como respuesta a la desregulación y rápidamente se extendió a hoteles, alquiler de coches, las empresas, líneas de creceros, medios de comunicación, y la energía para nombrar algunos. Su eficacia en la generación, de ingresos incrementales de operación y una base de clientes ha hecho especialmente atractiva para los líderes empresariales que prefieren volver a generar el

crecimiento de los ingresos y una mayor capacidad en lugar de reducción y la reducción de costes.

### 3. PRÁCTICAS DE DISEÑO PARA LA PRODUCCIÓN

#### 3.1 Práctica 1 (Las Operaciones como Arma Competitiva)

##### 3.1.1 Objetivo de la práctica

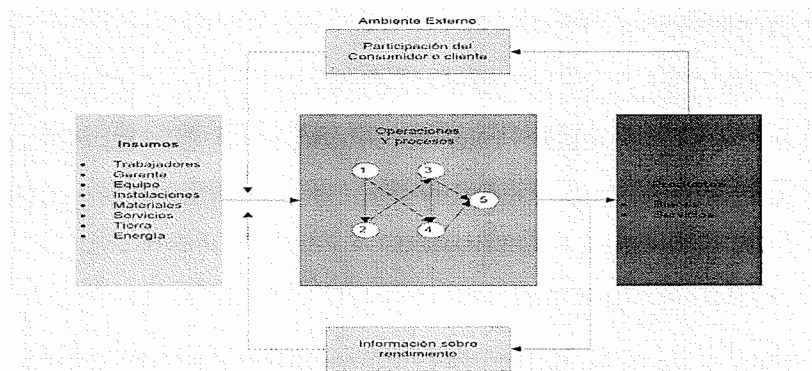
- Que el estudiante pueda desarrollar la habilidad necesaria para realizar ejercicios de cómo pueden usarse las operaciones como arma competitiva.
- Que el estudiante pueda describir las operaciones como una función vinculada a las finanzas, la contabilidad, marketing y los recursos humanos.
- Describir sistemas de producción manufacturera o de servicios, en términos de insumos, procesos, productos, flujos de información, proveedores y clientes, y en función del entorno externo.
- Que el estudiante adquiera la capacidad necesaria para comprender las diferencias y semejanzas entre las organizaciones manufactureras y las de servicios.
- Enfatizar al estudiante la importancia de identificar el conjunto de decisiones que los gerentes de operaciones suelen tomar en las organizaciones.
- Que el estudiante pueda comprender por medio de las operaciones como arma competitiva las tendencias en la administración de operaciones, tales como la competencia basada en calidad, tiempo y tecnología.

### 3.1.2 Marco teórico

En una época, el término “administración de operaciones” se refería principalmente a la producción manufacturera. Sin embargo, la creciente importancia económica de una amplia gama de actividades comerciales no manufactureras amplió el alcance de la administración de operaciones como función. Hoy, el término administración de operaciones se refiere a la dirección y el control de los procesos mediante los cuales los insumos se transforman en bienes y servicios terminados. <sup>(95)</sup>

Como se ve en la figura que se presenta a continuación, la administración de operaciones forma parte de un sistema de producción. Un sistema de producción consiste en insumos, procesos, productos y flujos de información, que lo conectan con los clientes y el ambiente externo. Los insumos incluyen recursos humanos (trabajadores y gerentes), capital (equipo e instalaciones), materiales y servicios comprados, tierra y energía. Los círculos numerados representan las operaciones por las que deben pasar los productos, los servicios o los clientes, y en los cuales se usan procesos. <sup>(96)</sup>

**Figura 9. El sistema de administración de operaciones**



Fuente: pag. 3 del libro de Lee J. Krajewski “Administración de Operaciones”

(95), (96), Página 3 del libro de Lee J. Krajewski “Administración de Operaciones: Estrategias y Análisis”

## **La administración de operaciones como un conjunto de decisiones**

Aquí empezaremos a examinar los tipos de decisiones que toman los gerentes de operaciones. Algunas decisiones son de carácter estratégico; otras son de índole táctica. Los planes estratégicos se desarrollan más hacia el futuro que los planes tácticos. Así, las decisiones estratégicas son menos estructuradas y tienen consecuencias a largo plazo, en tanto que las decisiones tácticas son más estructuradas, rutinarias y repetitivas, y tienen consecuencias a corto plazo. Asimismo, las selecciones de estrategias tienden a enfocarse sobre toda la organización, rebasando las divisiones departamentales, en tanto que las decisiones tácticas tienden a enfocarse sólo en ciertos departamentos, equipos y tareas. <sup>(97)</sup>

Lo que distingue a los gerentes de operaciones son los tipos de decisiones que toman, ya sea individualmente o con otras personas. Estos tipos de decisiones pueden dividirse en cinco categorías que son:

### **1. Primera parte: selecciones de estrategias**

Los gerentes de operaciones ayudan a determinar las estrategias globales y las prioridades competitivas de la compañía, y deciden si la estrategia de flujo tendrá que organizar los recursos en torno a productos o procesos (estrategia de operaciones). <sup>(98)</sup>

### **2. Segunda parte: procesos**

Los procesos son fundamentales para todas las actividades mediante las cuales se producen bienes o servicios. Por ejemplo, los gerentes de operaciones toman decisiones de procesos acerca de los tipos de trabajo que serán

---

(97), (98), Páginas 4 y 5 del libro de Lee J. Krajewski "Administración de Operaciones: Estrategias y Análisis"

realizados en la planta, la cantidad de automatización que se utilizará y los métodos que permitirán mejorar los procesos actuales (administración de procesos); las tecnologías más convenientes y el modo de proveer liderazgo en el cambio tecnológico (administración de tecnología); y las formas de estructuras la organización y fomentar el trabajo de equipo (administración de la fuerza de trabajo).<sup>(99)</sup>

### **3. Tercera parte: calidad**

Las cuestiones referentes a la calidad son fundamentales en todos los procesos y actividades de trabajo. Los gerentes de operaciones ayudan a establecer objetivos de calidad y buscan la forma de mejorar la calidad de los productos y servicios de la empresa (administración de la calidad total), y se sirven de inspecciones y métodos estadísticos para vigilar la calidad producida por los diversos procesos (control estadístico de procesos).

### **4. Cuarta parte: capacidad, localización y distribución**

Los tipos de decisiones que corresponden a esta categoría requieren a menudo que se asuma un compromiso a largo plazo. Los gerentes de operaciones ayudan a determina la capacidad del sistema (capacidad); la localización de nuevas instalaciones, incluidas las de carácter mundial (localización); así como la organización de un departamento y la distribución física de instalaciones (distribución).<sup>(100)</sup>

### **5. Quinta parte: decisiones de operación**

Las decisiones de operación (conocidas a veces como infraestructura de operaciones) se refieren al funcionamiento de la instalación una vez que ha sido

---

<sup>(99)</sup>, <sup>(100)</sup>, Página 5 del libro de Lee J. Krajewski "Administración de Operaciones: Estrategias y Análisis"

construida. En esta etapa, los gerentes de operaciones ayudan a coordinar las diversas partes de la cadena de suministro interna y externa (administración de la cadena de suministro), pronostican la demanda (pronósticos), administran el inventario (administración de inventarios) y controlan los niveles de personal y de salida de productos a través del tiempo (planificación agregada).<sup>(101)</sup>

**Decisiones vinculadas entre sí:** Los planes, políticas y acciones dentro de las distintas operaciones también deben estar vinculadas entre sí y respaldarse mutuamente. Por ejemplo, las decisiones referentes a procesos, calidad, capacidad e inventario no se deben tomar en forma independiente unas de otras.

### **La administración de operaciones como función**

Las operaciones no son más que una de las múltiples funciones que realiza una organización. Las grandes compañías asignan generalmente cada función a un departamento por separado, el cual asume la responsabilidad por ciertas actividades.<sup>(102)</sup>

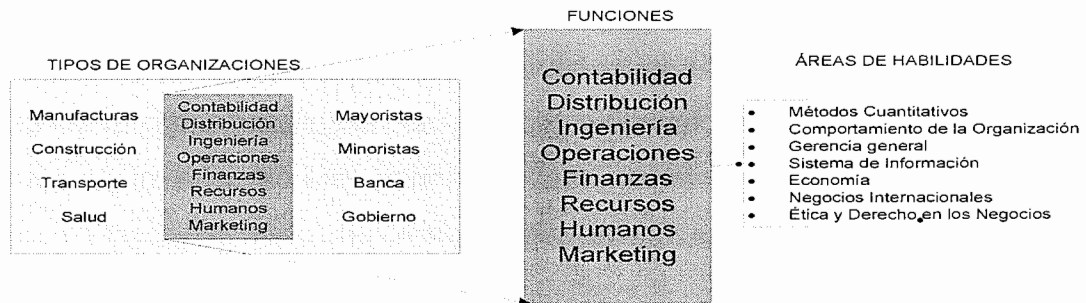
En organizaciones grandes, el departamento de operaciones (o producción) suele ser responsable de la transformación real de los insumos en productos o servicios terminados. Contabilidad recaba, resume e interpreta la información financiera. Distribución se encarga del traslado, almacenaje y manejo de insumos y productos. Ingeniería desarrolla diseños de productos y servicios, y métodos de producción. Finanzas asegura e invierte los activos de capital de la compañía. Recursos Humanos contrata y capacita a los empleados. Marketing genera demanda para la producción de la compañía. Otras organizaciones pueden ahorrar dinero contratando exteriormente alguna función, como

---

(101), (102), Páginas 5 y 6 del libro de Lee J. Krajewski "Administración de Operaciones: Estrategias y Análisis"

servicios jurídicos o ingeniería, en el momento que lo requieren, en lugar de contar con un departamento destinado a ella dentro de la organización. <sup>(103)</sup>

**Figura 10. La administración de operaciones como función**



Fuente: pag. 6 del libro de Lee J. Krajewski "Administración de Operaciones"

## Manufacturas y servicios: diferencias y semejanzas

### 1. Diferencias entre manufacturas y servicios

Las diferencias entre las operaciones de manufactura y las de servicios se dividen en las ocho categorías que aparecen en la figura que se presenta a continuación. Sin embargo, esas diferencias representan en realidad los extremos de un conjunto. Una diferencia obedece a la naturaleza material del producto. Los bienes manufacturados son productos físicos, durables. Los servicios son productos intangibles, perecederos. <sup>(104)</sup>

Otra diferencia se relación también con la naturaleza física del producto. Los bienes manufacturados son productos resultantes que pueden ser producidos, almacenados y transportados en previsión de la demanda futura. En cambio, los servicios no pueden ser producidos de antemano. Las operaciones de servicios no se pueden dar el lujo de usar inventarios de bienes terminados,

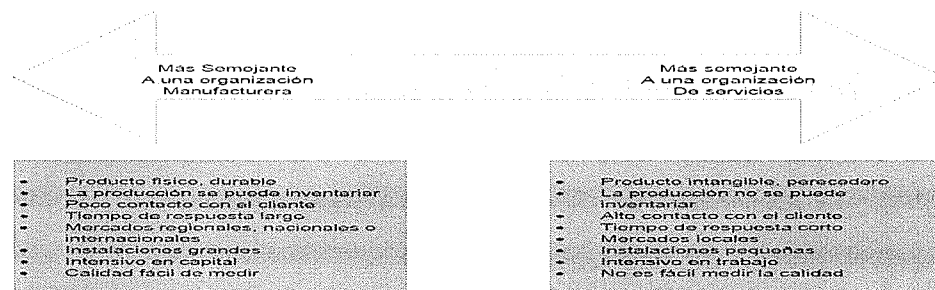
(103), (104), Páginas 6 y 7 del libro de Lee J. Krajewski "Administración de Operaciones: Estrategias y Análisis"



como un colchón contra el comportamiento errático de la demanda de los clientes.

Otra diferencia sería el contacto con el cliente. La mayoría de los clientes de productos manufacturados tienen un contacto escaso o nulo con el sistema de producción. El contacto primario con la clientela queda en manos de distribuidores y vendedores al detalle. Sin embargo, en muchas organizaciones de servicios, los propios clientes son insumos y participar activamente en el proceso. <sup>(105)</sup>

**Figura 11. Características de manufactura y servicios**



Fuente: pag. 8 del libro de Lee J. Krajewski "Administración de Operaciones"

## 2. Semejanzas entre manufacturas y servicios

A pesar de estas diferencias, las semejanzas entre las operaciones de manufacturas y las de servicios son notables. Toda organización tiene procesos que deben ser diseñados y administrados con eficacia. En cada proceso se debe usar algún tipo de tecnología, ya sea manual o computarizada. A todas las organizaciones les interesan la calidad, la productividad y la respuesta puntual a los clientes. Un proveedor de servicios, lo mismo que un fabricante, debe tomar decisiones sobre la capacidad, localización y la distribución de sus instalaciones. <sup>(106)</sup>

(105), (106), Páginas 7 y 9 del libro de Lee J. Krajewski "Administración de Operaciones: Estrategias y Análisis"

1. Las empresas de manufactura no ofrecen únicamente productos y las organizaciones de servicios no sólo brindan servicios.
2. A pesar del hecho de que los proveedores de servicios no pueden mantener un inventario de sus productos, si debe tener un inventario de los insumos destinados a sus productos.
3. En lo referente al contacto con el cliente, muchas operaciones de servicios tienen poco contacto con sus clientes externos, como en el caso de las operaciones en las oficinas privadas de un banco o en el área de manejo de equipo en un aeropuerto.

### **Tendencia en la administración de operaciones**

- **Crecimiento del sector de servicios**

El sector servicios de la economía es significativo. Los servicios pueden dividirse en tres grupos principales:

1. Gobierno (local, estatal y federal)
2. Ventas al mayoreo y al detalle
3. Otros servicios (transportes, servicios públicos, comunicaciones, salud, servicios financieros, bienes raíces, seguros, servicios de reparaciones, servicios empresariales y servicio de carácter personal). <sup>(107)</sup>

- **Cambios de productividad**

La productividad es el valor de los productos (bienes y servicios), dividido entre el valor de los recursos (salarios, costo de equipo y similares) que se han usado como insumos: <sup>(108)</sup>

Productividad:  $\frac{\text{Producto}}{\text{Insumo}}$

Es posible realizar muchas mediciones de la productividad, pero todas son simples aproximaciones. Normalmente, los gerentes escogen varias mediciones razonables y vigilan las tendencias de éstas para detectar las áreas que es necesario mejorar. Por ejemplo, un gerente de una compañía de seguros puede medir la productividad de la oficina, en función del número de pólizas atendidas por empleado cada semana. Esa medición refleja la productividad de la mano de obra, que es un índice de la producción por persona u horas de trabajo. Pueden usarse mediciones similares para determinar la productividad de máquinas, en las cuales el denominador es el número de máquinas. También es posible contabilizar varios insumos simultáneamente. La productividad multifactorial es un índice de la producción correspondiente a varios de los recursos que se utilizan en la producción. Puede ser, por ejemplo, el valor de la producción dividido entre la suma de los costos por concepto de mano de obra, materiales y gastos generales.

Los gerentes de operaciones desempeñan un papel clave en la determinación de la productividad. Su desafío consiste en acrecentar el valor de la producción en relación con el costo de los insumos. Si logran generar más producto o productos de mejor calidad usando la misma cantidad de insumos, entonces la productividad aumentará. Si logran mantener el mismo nivel de producción reduciendo el uso de recursos, la productividad se incrementará también. <sup>(109)</sup>

- **Competencia mundial**

Las empresas de hoy admiten que, para prosperar, deben visualizar en términos mundiales a sus clientes, proveedores y competidores, así como la localización

---

(109). Página 11 del libro de Lee J. Krajewski "Administración de Operaciones: Estrategias y Análisis"

de sus instalaciones. La mayoría de los productos actuales es un conjunto de materiales y servicios provenientes de todo el mundo.

La intensa competencia mundial afecta a las industrias en todas partes. Por ejemplo los fabricantes estadounidenses han visto disminuir su participación en los mercados nacionales e internacionales de acero, aparatos domésticos y bienes durables para el hogar, maquinaria y productos químicos. <sup>(110)</sup>

- **Competencia basada en calidad, tiempo y tecnología**

Otra tendencia de la administración de operaciones ha sido un creciente énfasis en competir sobre la base de calidad, tiempo y ventaja tecnológica. Parte del éxito de los competidores extranjeros se ha debido a su capacidad para proveer productos y servicios de alta calidad a precios razonables. Sin productos o servicios de calidad, una empresa pierde su habilidad para competir en el mercado, y su estructura de costos también puede dejar de ser competitiva.

Otra tendencia importante es el aumento del número de empresas que compiten sobre la base del tiempo: atender pedidos antes que la competencia, presentar nuevos productos o servicios en forma acelerada y llegar primero al mercado. <sup>(111)</sup>

Otro factor de creciente importancia en administración de operaciones es el cambio tecnológico, cada día más rápido. Este afecta al diseño de nuevos productos y servicios, y a los propios procesos de producción. Muchas oportunidades nuevas provienen de los adelantos en la tecnología de la computadora.

- **Cuestiones ambientales, éticas y de diversidad de la fuerza de trabajo**

Los desafíos para las empresas siempre se están transformando, y lo mismo debe suceder con la educación en administración. Un experto sugiere un procedimiento más ético para los negocios, según el cual las empresas:

- Tengan responsabilidades más amplias que la de producir bienes y servicios en forma lucrativa.
- Ayuden a resolver problemas sociales importantes
- Respondan a un público más amplio y no sólo a sus accionistas
- Produzcan un impacto más allá de las simples transacciones del mercado
- Estén al servicio de una gama de valores humanos que trascienda los valores económicos.

Los expertos en ética de los negocios afirman que en las decisiones sobre diseño y operación de sistemas de producción, los administradores deben tomar en cuenta problemas sociales, como los centros de trabajo inseguros, la discriminación contra minorías y mujeres, los residuos tóxicos, el envenenamiento del agua potable, la pobreza, la calidad del aire y el calentamiento de la tierra. <sup>(112)</sup>

### 3.1.3 Marco práctico

#### Ejemplo de aplicación 1

En la semana siguiente a la terminación de un programa de capacitación de Calidad en la Fuente, los empleados de María Tzunun confeccionaron un lote

---

(112). Página 15 del libro de Lee J. Krajewski "Administración de Operaciones: Estrategias y Análisis"

de 128 prendas en 360 horas. Entre estas prendas, 8 resultaron “segundas”, es decir, prendas defectuosas, que la Tienda para Ventas de Fábrica de Attired vende a razón de Q90.00 cada una. Las 120 prendas restantes se venden a distribuidores al precio de Q200.00 cada una. El costo de los materiales fue de Q70.00 por prenda, el costos por concepto de mano de obra es de Q1,500.00 y gastos generales por Q10,000.00. <sup>(113)</sup>

- a. ¿Cuál es la razón de productividad del trabajo?
- b. ¿Cuál es la razón de productividad multifactorial?

### **Resolución**

- a. **La productividad del trabajo es la razón del valor del producto entre las horas de trabajo.**

**Valor del producto:** (no. de defectuosos \* precio /unidad) + (no. no defectuosos \* precio /unidad)

**Valor del producto:**  $(8 * Q90.00) + (120 * Q200.00) = Q24,700.00$

**Horas de trabajo:** 360 horas.

**Productividad de trabajo:**  $\frac{\text{producto}}{\text{insumo}} =$

**Productividad de trabajo:**  $\frac{Q24,700.00}{360 \text{ horas}} =$

**Productividad de trabajo:** Q68.67 en ventas por hora

b. **La productividad multifactorial es la razón del valor del producto sobre el valor de los recursos de insumos.**

**Valor del producto:** (No. de defectuosos \* precio /unidad) + (no. no defectuosos \* precio /unidad)

**Valor del producto:**  $(8 * Q90.00) + (120 * Q200.00) = \mathbf{Q24,700.00}$

**Valor del insumo:** trabajo + materiales + gastos generales

**Materiales:** (no. de defectuosos \* precio de materiales por prenda) + (no. de no defectuosos \* precio de materiales por prenda)

**Materiales:**  $(8 * Q50.00) + (120 * Q50.00) = \mathbf{Q6,400.00}$

**Valor del insumo:**  $Q1,500.00 + Q6,400.00 + Q10,000.00 = \mathbf{Q17,900.00}$  por producción.

**Productividad multifactorial:**  $\frac{\text{producto}}{\text{insumo}} =$

**Productividad multifactorial:**  $\frac{Q24,700.00}{Q17,900.00} = 1.37989 = \mathbf{1.38}$

### **3.2 Proyecto de práctica**

El proyecto del curso de Diseño para la Producción es de carácter obligatorio y debe constituir una parte teórica y una práctica, por lo que se han integrado empresas ficticias en las cuales se elaborara el diseño del producto asignado, que tiene como finalidad cumplir con ciertos objetivos.

#### **3.2.1 Objetivo del proyecto**

- Facilitar el aprendizaje del curso, mediante la utilización de las herramientas puestas en práctica
- Poner al alcance del estudiante la elaboración de productos reales y visualizar el impacto que produce en el mercado al que se enfoque
- Desarrollar destrezas enfocadas al trabajo en equipo, planificación, organización dirección y control en el diseño de la producción.

#### **3.2.2 Marco teórico**

### **Contenido mínimo del perfil del proyecto**

#### **1. Información básica:**

- Nombre del Proyecto
- Período de ejecución
- Beneficios que el proyecto va a causar (social o financiero)
- Costo y financiamiento



## 2. Diagnóstico del proyecto:

- **Antecedentes:** origen del problema, reseña histórica del lugar así como su identificación y ubicación geográfica de preferencia se adjuntan los mapas que sean pertinentes
- **Identificación del problema a resolver:** Dado que el propósito del proyecto es determinar una posible solución, mejorar una situación o responder a una necesidad es indispensable delimitar y describir claramente cuál es el problema o situación negativa que este pretende atender. Es importante indicar que la falta de recursos financieros no debe mencionarse como causa de un problema
- **Justificación:** Aquí deberá expresarse la importancia del porque debe hacerse el proyecto o si este cubre una necesidad urgente. Debe explicar porque el proyecto es adecuado para solucionar el problema dando una respuesta a los aspectos siguientes: En qué medida el proyecto contribuye a solucionar el problema. Como recibirán el proyecto y sus resultados
- **Justificación de la localización y del área de cobertura:** Ambos definidos en los antecedentes
- **Objetivos del proyecto (general y 3 específicos)**
- **Metas y resultados**
- **Descripción del proyecto:** En términos generales, en qué consiste el proyecto agrupando sus principales obras o actividades según sea el proyecto

### 3.2.3 Marco práctico

#### Descripción del proyecto

El marco práctico o la aplicación del proyecto se dará a partir del semestre en curso, en donde los catedráticos del curso en conjunto decidirán qué proyecto se realizara en el semestre.

En el desarrollo del mismo se podrán aplicar los siguientes aspectos:

- Aspectos de impacto ambiental, mercado, técnico, administrativos, legales, financieros (análisis financiero y presupuesto real, no ficticio. Tomar en cuenta que el proyecto será llevado a cabo por todos los estudiantes del curso, aproximadamente 120. Estimar los costos de manos de obra y de los materiales restantes
- Cronograma de ejecución preliminar
- Presentación de la situación actual
- Propuesta de remodelación
- Conclusiones
- Recomendaciones
- Bibliografía
- Anexos (planos con la distribución y medición exacta)
- Adjuntar, maqueta de la propuesta (escala a criterio del grupo)

### 3.3 Práctica 2 (El Proceso de Selección y Diseño de Producto o Servicio)

#### 3.3.1 Objetivo de la práctica

- Desarrollar en el estudiante la habilidad para comprender cada una de las tres fases principales del proceso de selección y diseño de un producto o servicio.
- Adquirir la capacidad necesaria para poder comprender cada uno de los pasos del proceso de desarrollo de nuevos productos.
- Que los estudiantes apliquen cada uno de los pasos del proceso de desarrollo de nuevos productos para seleccionar y diseñar un producto o servicio.
- Que el estudiante pueda comprender la importancia que tiene tanto la mercadotecnia como la investigación y desarrollo en la fase de selección del producto o servicio.
- Enfatizar al estudiante la importancia que tiene diseñar prototipos y realizar pruebas con los prototipos de los productos o servicios antes de realizar el diseño final.
- Comprender la función que desempeña la ingeniería industrial con participación de las otras funciones en la fase de diseño del producto.
- Desarrollar en el estudiante la habilidad para comprender las diferencias entre la selección y diseño de los servicios y de los productos.

### 3.3.2 Marco teórico

Cuando se trata de introducir productos o servicios nuevos de buena calidad al mercado lo primero que se debe hacer es contar con estrategias y conceptos que permitan seleccionar y diseñar productos o servicios específicos y los medios para producirlos.

Para tener éxito, cada una de las diferentes estrategias incluye muchas decisiones acerca de la selección y diseño de los productos que se busca diseñar. Estas decisiones tendrán el impacto correspondiente sobre la calidad, el tiempo de respuesta, costo y variedad de los productos o servicios y por tanto, sobre su éxito en el mercado. <sup>(114)</sup>

Para ello dividimos el proceso de selección y diseño de un producto o servicio en tres fases principales: Selección, diseño del producto y diseño del proceso. A continuación se describirá brevemente cada una de estas fases.

#### Fase de selección

**Generación de ideas:** La mercadotecnia desempeña indudablemente un papel clave en el proceso de la generación de ideas debido a sus lazos con el consumidor. Mercadotecnia sugiere nuevos productos o servicios para los clientes, nuevas regiones, nuevos tipos de consumidores para los productos o servicios existentes e incluso, de ser necesario, un cambio en el enfoque de la organización. <sup>(115)</sup>

Las ideas para los productos o servicios potencialmente promisorios, pueden venir de un gran número de fuentes: clientes, investigación y desarrollo, incluso proveedores y competidores. Las que se originan a partir de una necesidad

---

<sup>(114)</sup>, <sup>(115)</sup>, Páginas 121 y 123 del libro de Jack R. Meredith "Administración de Operaciones"

identificada, como comidas rápidas pero nutritivas para madres (y padres) que trabajan, se conocen como jalón del mercado. Las que surgen de investigación y desarrollo, como el láser, plásticos y microondas, se conocen como empuje tecnológico. <sup>(116)</sup>

La investigación y desarrollo se responsabiliza de la creación y desarrollo (pero no de la producción) de los productos de la organización. El aspecto desarrollo en investigación y desarrollo se orienta más hacia el lado de las aplicaciones y usualmente consiste en modificaciones o extensiones de los productos existentes.

**Filtrado y selección:** Las ideas deben pasar por una amplia variedad de pruebas y filtros antes de recibir la señal final para llegar hasta la producción en gran escala y generalmente, sólo 1 de cada 50 ideas pasa todas las pruebas. Éstas incluyen análisis del mercado y pronóstico de la necesidad, evaluaciones sobre la reacción de los competidores, análisis de la viabilidad económica, estudios de factibilidad tecnológica y listas para comprobar la adecuación organizacional. Con base en estos análisis y estudios, se selecciona una sola idea, o muy pocas, para someterlas a un estudio posterior. <sup>(117)</sup>

### **Fase de diseño del producto**

**Diseño preliminar:** El diseño preliminar se concentra en las decisiones relacionadas con los aspectos principales del producto o servicio: ¿Se hará el producto en metal o en plástico? ¿El servicio será llevado a cabo por gente o por máquinas? ¿Se ensamblará con tornillos o a presión?, y así sucesivamente. Los atributos específicos de un producto o servicio se establecen primero como metas; se consideran varios diseños que podrían tener el potencial para alcanzarlas. En esta fase se consideran y deciden compromisos básicos pero

---

(116), (117). Página 124 del libro de Jack R. Meredith "Administración de Operaciones"

críticos (como confiabilidad o complejidad). Éstos proporcionan la información necesaria para la construcción de un prototipo, sentando los cimientos para el diseño final que vendrá posteriormente. <sup>(118)</sup>

**Pruebas al prototipo:** Para un servicio, hay que reunir y poner a prueba un prototipo a escala de la instalación, a quienes proporcionarán el servicio, el equipo y otros aspectos del servicio para observar su efecto en voluntarios que tipifiquen al consumidor objetivo. También se comprueban la eficiencia y efectividad de la operación. Para un producto, por lo general se construye y pone a prueba un modelo o representación simplificada del diseño final. Un modelo en barro o madera puede ser adecuado para probar la apariencia y tal vez baste una versión limitada del funcionamiento que muestre el desempeño técnico así como la reacción y gustos de los consumidores.

**Diseño final:** Para desarrollar el diseño final con planos completos, especificaciones, procedimientos, políticas y otra información necesaria para el sistema de producción, la empresa se basa en las reacciones ante el prototipo y cualquier cambio deseable o alteraciones al diseño preliminar que aparezcan como necesarias. Si los cambios al diseño preliminar son numerosos, se puede construir un nuevo prototipo para probarlo de nuevo. <sup>(119)</sup>

### **Fase de diseño del proceso**

**Diseño del proceso:** Una vez que se obtiene el diseño final, también hay que especificar el proceso de fabricación. De hecho, las posibilidades y limitaciones de producción se toman en cuenta en todos los procesos de selección y diseño y bien pueden haber alterado el producto o servicio de manera sustancial. De todos modos, en esta fase se requiere un plan completo del proceso. El plan incluye no sólo las especificaciones del producto, sino también los

---

[118], [119]. Página 124 del libro de Jack R. Meredith "Administración de Operaciones"

requerimientos de calidad, capacidad potencial, necesidades tecnológicas, niveles de habilidad; requerimientos de materiales, métodos de producción, etc.

### **Selección y diseño de servicios**

Hasta ahora se han tratado los servicios sin definirlos con precisión. De hecho no existe una definición exacta, pero si se hace referencia a su selección y diseño, hará falta una explicación más específica. Una de las muchas definiciones propuestas dice que un servicio es el proceso o método para hacer algo. Por tanto, cortar la madera para hacer una mesa es un servicio y almacenarla en un aserradero antes de comprarla, es un servicio. <sup>(120)</sup>

Otra definición es que un servicio es intangible. Pero muchas cosas intangibles, como el enojo, no son servicios. Más aún, una pata de mesa que se haya reparado es un servicio valioso, tangible o por lo menos, el resultado lo es. Otra definición más es que un servicio es algo que se produce y consume simultáneamente. Sin embargo el enojo parece adecuarse a esta definición mientras que la pata reparada de la mesa, no.

### **Diferencias en la selección y diseño de los servicios y de los productos**

La selección y el diseño de un servicio siguen en su mayor parte el mismo enfoque que el de un producto. Sin embargo cuando no hay un artículo facilitador, o tan solo es mínimo, generalmente hay menos ingeniería y pruebas, pero más concentración sobre el diseño de las operaciones del proceso. Esto resulta particularmente cierto si el cliente o receptos debe estar presente durante la entrega del servicio, como en el caso de los servicios personales o médicos. <sup>(121)</sup>

---

(120), (121), Página 150 del libro de Jack R. Meredith "Administración de Operaciones"

Los factores significativamente diferentes al seleccionar y diseñar un servicio, comparado con un producto, se relacionan con las características de productos y servicios identificados en la siguiente tabla. <sup>(122)</sup>

### 3.3.3 Marco práctico

#### Ejemplo de aplicación 1

1. Explicar cada uno de los pasos del proceso de desarrollo de nuevos productos aplicándolos a un producto en específico. Haciendo detalle a cada tema, ampliándolo con ejemplos, ilustraciones, etc.
2. Hacer un bosquejo del producto (dibujo del prototipo)
3. Detallar la materia prima a utilizar y nombrar algunos de los proveedores.
4. Diseñar la etiqueta de su producto, la cual representará las características del mismo, así como la materia prima utilizada.

#### ***Resolución***

**1. Explicar cada uno de los pasos del proceso de desarrollo de nuevos productos aplicándolos a un producto en específico. Haciendo detalle a cada tema, ampliándolo con ejemplos, ilustraciones, etc.**

#### **1. Estrategias para la introducción de un nuevo producto**

Existen diversas maneras de dirigir los medios para obtener los objetivos del lanzamiento del nuevo producto, estos medios son las estrategias que se

---

(122), Página 150123 del libro de Jack R. Meredith "Administración de Operaciones"



emplean para lograr los objetivos de la organización al lanzar el nuevo producto.

Para la introducción del Agua Pura “Brisa del Mar” se ha seleccionado la estrategia que se enfoca al impulso del mercado. Esta se basa en que se *debe fabricar los que se puede vender*. Se basa en las necesidades del cliente, la plataforma para la introducción del agua purificada es el requerimiento de agua por todas las personas, es un producto de consumo masivo por las grandes cantidades de agua demanda por el cuerpo humano debido a higiene y salud.

En la actualidad, el mercado global se dirige a buscar una vida más saludable para poder lograr que sea larga y prospera, no hay nada más gratificante que el agua pura para sentirse en contacto directo con la naturaleza y sentir la frescura de la **Brisa del Mar**. Por lo cual, la estrategia se dirige al mercado global, no existe un segmento del mercado para el cual se dirija exclusivamente, ya que el agua pura es consumida por todos los miembros de una familia, padres, hijos, abuelos, etc.

Además se han creado diferentes presentaciones del envasado para cubrir las diferentes necesidades, como el ser transportada con facilidad en una presentación pequeña, o bien, colocarla en una mayor presentación en la oficina para que todos puedan consumirla sin tener que generar más volumen en sus desechos.

Por lo tanto, la estrategia se basará en el mercadeo del producto, la publicidad necesaria para que el consumidor lo conozca y lo identifique para lograr ser la marca líder en debido a la fuerte campaña de pureza del agua y la frescura al consumirla. Se deben considerar todos los cambios de la demanda debido a

la diversas estrategias de la competencia, puesto que debe ganarse el mayor tamaño del mercado y seguir invirtiendo en la publicidad y confiabilidad del producto para obtener su lealtad y como resultado de esta su completa preferencia.

El primer momento de la verdad, ocurre cuando el consumidor esa frente a nuestro producto y al de la competencia y realiza su elección, este momento es de gran importancia ya que de él depende las futuras ventas, pues si el cliente escoge la competencia y le agrada comprará el mismo producto en próximas compras y no probara el nuestro.

## **2. Proceso de desarrollo de nuevos productos**

### **1. Generación de idea**

La idea de realizar un nuevo producto, tal como lo es el agua pura; resulta del análisis exhaustivo de la problemática ambiental actual que tiene el mundo. Como es sabido ya no existe tal cosa como el “Agua Pura” por lo que se ve en la necesidad de tener este recurso hídrico vital.

El agua pura, se podrá posicionar brevemente en el mercado nacional debido a que contará con los estudios apropiados, regulados por el Codex Alimentarios bajo su normativa “Codex Stan 227” publicada en el año 2001.

Las directrices en materia de salud humana serán tomadas de la Organización Mundial de la Salud. El Código de Practicas estará regulado por la CAC/CRP 36, del Codex Alimentarius.

Se realizó una lluvia de ideas; para ver el desarrollo de la generación de la idea de “Agua pura”

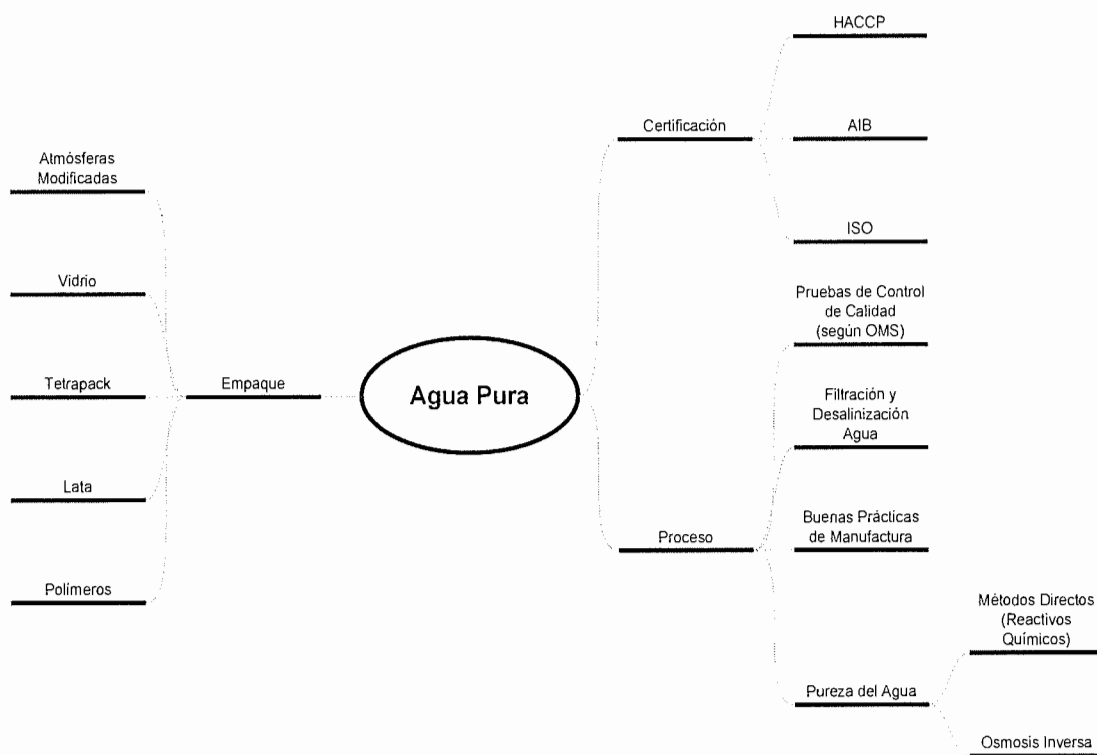
**Figura 12. Lluvia de ideas para la idea de “agua pura”**



## 2. Selección del producto

Como se puede ver en la lluvia de ideas, existen muchas características por las cuales se puede ir. Como todo proceso de selección; precede a una depuración de ideas. Por lo que se realizó la siguiente tabla que muestra un resultado de la selección de un producto; la segmentación y el tipo de empaque.

**Figura 13. Selección y segmentación del producto**



Después de realizar la lluvia de ideas anterior, se obtuvo una tabla resumen de síntesis para material de empaque; ya que este es el factor que más pesa; tanto para el consumidor final como para el proceso productivo. Ya que a partir de cómo se empacará; se podrá encontrar la maquinaria compatible con nuestro proceso productivo

**Tabla III. Material de empaque**

<b>Material</b>	<b>Razón (Si/No)</b>
Atmósferas Modificadas	No es factible en relación a un producto como agua pura, debido a que las atmósferas modificadas están hechas para conservación de alimentos.
Vidrio	Posee muchas ventajas, tales como que es inerte, no se oxida. Pero posee desventajas como: mucho peso, alto riesgo de manipulación y otros.
Tetrapak	Posee muchas ventajas, es increíblemente resistente a los impactos, es reutilizable e impermeable; podría ser una muy buena opción de manufactura; pero no se sabe como va a reaccionar el mercado en relación a ver agua pura en un empaque Tetrapak
Lata	No es factible en relación a un producto como agua pura, debido a que la lata no quedaría bien en el mercado de consumidores finales.
Polímeros	Es la mejor opción ya que representa una gran versatilidad de productos, alto brillo, es inocuo.

### **Decisión de empaque**

Polímeros tipo PET, las siguientes son características de porque se eligió el polímero tipo PET para la manufactura del agua pura.

### **Alternativas ecológicas**

- Retornabilidad
- Rehusos de molienda
- Fibras
- Polioles para poliuretanos
- Poliésteres no saturados
- Envases no alimenticios
- Alcohólisis/ metanólisis
- incineración.

### **Resistencia química del PET**

Buena resistencia general en especial a: Grasas y aceites presentes en alimentos, soluciones diluidas de ácidos minerales, álcalis, sales, jabones, hidrocarburos alifáticos y alcoholes. Poca resistencia a: solventes halogenados, aromáticos y cetonas de bajo peso molecular.

### **Propiedades únicas**

Claridad, brillo, transparencia, barrera a gases u aromas, impacto, termoformabilidad, fácil de imprimir con tintas, permite cocción en microondas.

### **Decisión de proceso**

Como ya se decidió el material de empaque; se tendrá que adquirir maquinaria compatible con el proceso productivo de purificación de agua; filtros adecuados, tanques, equipo de ósmosis inversa, etc.

### **Decisión de estrategia de introducción de mercado y tipo de certificación**

Como se explica en la pregunta 1, la estrategia será de mercado; por lo que cuenta mucho con la participación de consumidor para poder realizar los objetivos de Ventas. Por lo tanto, debido al auge de las normas ISO; se pretenderá iniciar todas las gestiones correspondientes inicialmente con las normas de calidad ISO 9000 y luego a las ISO 22000, de buenas prácticas de manufactura.

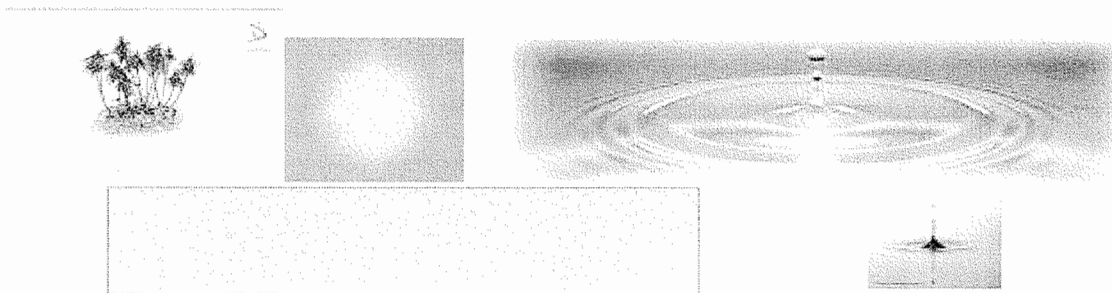
### 3. Diseño preliminar

Como ya se tiene el material de empaque del producto; conviene tener varios diseños preliminares para ver cuál es el que nos conviene más para la construcción del prototipo.

Debido a que nuestro producto es vital para el consumo humano; la investigación de mercados da como resultado que todo tipo de personas puede consumir nuestro producto, la única desventaja es como llegarle al ámbito guatemalteco y regional; porque ya están identificadas con una marca en específico. Lo bueno es la creciente demanda que proyecta el mercado actual.

Para el diseño del logotipo y el slogan, se tuvo que pasar por varias opciones; ya que es conocido que la primera impresión es la más importante para el consumidor. A continuación se detallan los dibujos preliminares para el producto “brisas del mar”

**Figura 14. Dibujos preliminares para logotipo y slogan del “agua pura”**



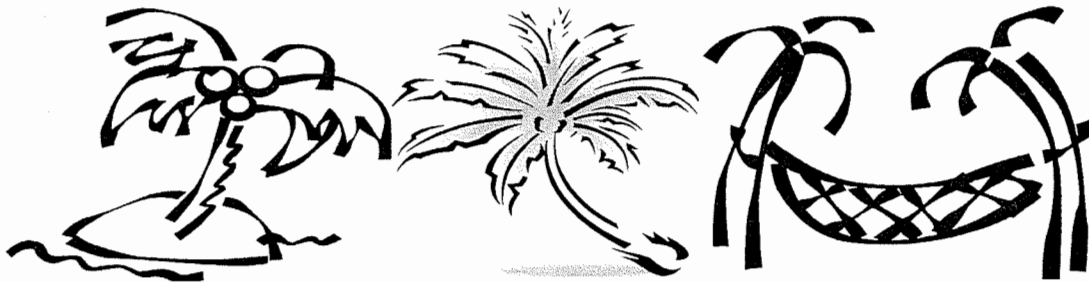
Fuente: [http://1.bp.blogspot.com/ 3CV8SXd7-Gota de Agua.jpg](http://1.bp.blogspot.com/3CV8SXd7-Gota de Agua.jpg)

A continuación, se detallan las ideas para el slogan:

- Pura y refrescante
- 100% natural
- Simplemente natural
- Refrescante
- Natural y fresca
- Refrescante agua viva

Debido al nombre del producto; se tuvo también que escoger diferentes tipos de palmeras para que dé la sensación de “brisa de mar”

**Figura 15. Selección de logotipos para el producto “Brisas del Mar”**



Fuente: <http://imagenes.recursogratis.com/gif>

Luego, se tuvo que planificar también el tipo de envases que se fabricará y hacer un sondeo de qué tipo de envase quiere el consumidor; la presentación final se hizo respecto de:

- 100ml, 250ml, 500ml, 600ml, 1000ml, 1 galón



#### 4. Construcción del prototipo

Para la construcción del prototipo se siguieron varias etapas, después del diseño preliminar:

- Construcción de envase
  - Diferentes tipos de presentaciones
    - i. Botella tipo PET
- Proveedores que dan envases PET
- Color del envase PET
  - Incoloro
  - Ligeramente coloreado con pigmento azul
  - Ligeramente coloreado con pigmento celeste
- Etiqueta de envase (polipropileno)
  - Colores de la etiqueta
  - Información nutricional
  - Registros sanitarios
  - Información reglamentaria
- Tapón de envase (polipropileno)
  - Color del tapón
  - Forma del tapón

Este tema se ampliará más adelante; donde se discutan la forma y etiqueta del producto.

#### 5. Pruebas

Se realizarán las siguientes pruebas para:

- Resistencia de material
  - Resistencia a la tensión
  - Resistencia a la compresión
- Inocuidad del agua pura
  - Ósmosis inversa
  - Ozonólisis
  - Filtración
  - Por medio de la organización mundial de la salud
    - Ensayos microbiológicos (E. Coli)
    - Concentración efectiva de desinfección con hipoclorito de sodio
    - Pruebas químicas de compuestos dañinos a la salud humana

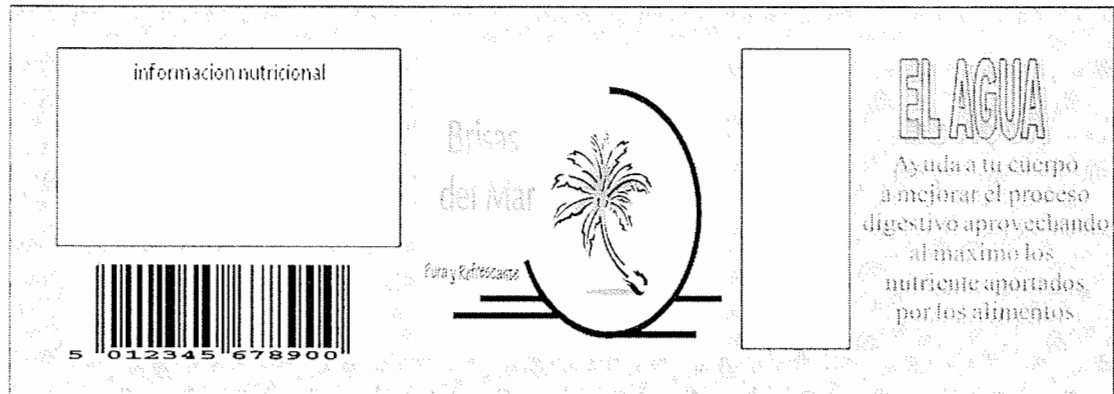
## 6. Diseño definitivo

Para ampliar este tema, se deben de ver los incisos siguientes donde se especifica el prototipo final y la etiqueta que llevará los envases de agua pura “brisas del mar”.

**Figura 16. Prototipo final para los envases de agua pura**



**Figura 17. Etiqueta final para los envases de agua pura**



## 7. Producción final

Para la producción final, ya se tiene todo lo relacionado con el producto:

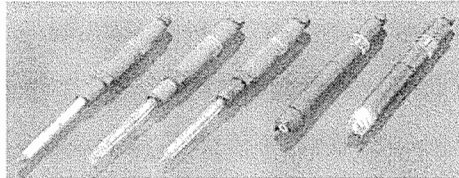
- Desarrolló la idea
- Construcción de prototipo
- Pruebas del prototipo
- Aprobación del prototipo

Como ya se tiene todo lo anterior, lo único que debe hacerse ahora es seleccionar la tecnología adecuada y compatible para la producción del agua pura “brisa del Mar”

### Equipos de medición y control

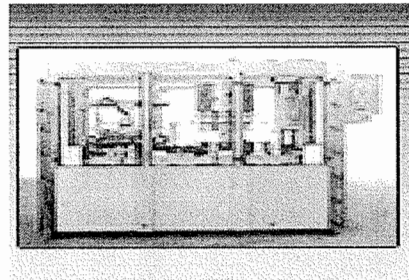
Para conseguir un tratamiento óptimo, es imprescindible poseer aparatos de medición y control instantáneos.

**Figura 18. Electrodo de medición**



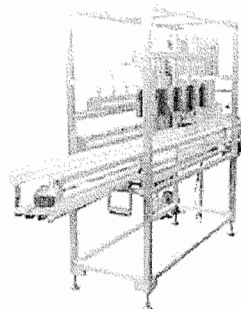
Fuente: <http://www.aquatecnia.com/imagenes/electrodos.jpg>

**Figura 19. Modelo de máquina taponadora**



Fuente: <http://www.interempresas.net/FotosArtProductos/P47668.jpg>

**Figura 20. Máquina llenadora automática**



Fuente: <http://imagenes.acambiode.com/img-bbdd.jpg>

2. Hacer un bosquejo del producto (dibujo del prototipo)

Figura 21. Vista frontal del prototipo del envase de agua pura

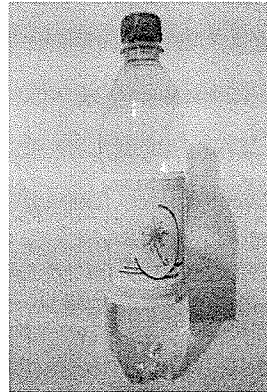


Figura 22. Vista lateral 1 del prototipo del envase de agua pura

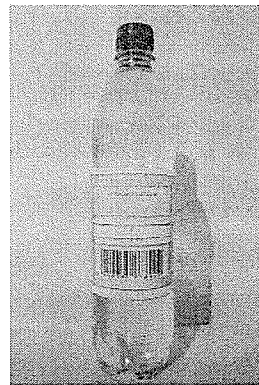
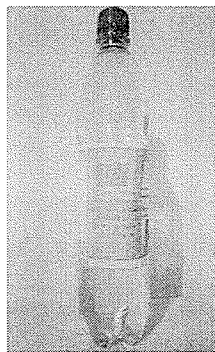


Figura 23. Vista lateral 2 del prototipo del envase de agua pura



3. **Detallar la materia prima a utilizar y nombrar algunos de los proveedores.**

## **Materia prima**

### **Principal materia prima:**

- **Agua:** Es un recurso natural que se obtiene mediante la extracción de agua cruda subterránea por medio de pozos adecuados para la generación de la misma. La cual se traslada a nuestra planta por medio de pipas para evitar la contaminación de las tuberías.

Una vez que llegan las pipas a nuestra planta, se realiza la primera verificación para asegurar que esta libre de contaminación, terminando este proceso se procede a vaciarla a nuestra cisterna, donde empieza el proceso de purificación.

### **Materiales auxiliares:**

- **Cloro:** Desinfecta el agua como paso primario.
- **Filtro de arena silica:** Sirve para evitar el paso de sólidos en suspensión hasta un tamaño de 5 micras y da al agua una sensación de frescura que la hace agradable al paladar.
- **Filtro de carbón activado:** Este sirve para eliminar el olor y sabor de cloro del proceso primario del agua y/o cualquier otro olor y sabor que pudiera estar presente.

- **Micro filtro:** Este sirve como complemento del filtro de arena silica. Aquí se garantiza la eliminación total de sólidos hasta un tamaño de 5 micras.
- **Filtro pulidor:** Este nos sirve para dar apariencia cristalina al agua.
- **Iones de plata:** se utiliza como tratamiento secundario para la eliminación de bacterias y virus, lográndose así, mantener el agua libre de nuevas contaminaciones por varios meses.
- **Ozonizador:** Mata microorganismos 30 a 3000 veces mas rápido que cualquier otro desinfectante químico.

No deja residuos químicos en el agua.

Protege contra re infecciones del agua por el envase y/o el tapón.

Mantiene un ambiente estéril en el cuarto de llenado.

Es un producto natural (oxígeno activo).

- **Aparato de rayos ultravioleta:** Este aparato garantiza que nuestro producto sea de la más alta calidad ya que es lo último en tecnología.

#### Proveedores de insumos necesarios para la elaboración del producto

Figura 24. Logotipo de agencias maldonado, proveedora de envases.



Fuente: [http://www.amdenvases.com/images/amdenvases\\_logo.gif](http://www.amdenvases.com/images/amdenvases_logo.gif)

**Figura 25. Logotipo de PREPAC S.A. (etiquetas plásticas)**



Fuente: <http://imagenes.acambiode.com/img-bbdd/logo%20prepac%20peq.jpg>

**Figura 26. Logotipo de cajas y empaques de Guatemala.**



Fuente: [Cajas y Empaques de Guatemala S.A.](#)

4. Diseñar la etiqueta de su producto, la cual representará las características del mismo, así como la materia prima utilizada.

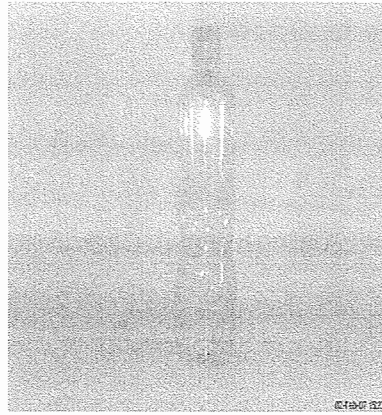
#### **Etiqueta y características del producto.**

- **Envase tipo PET:**

El PET, cuyo nombre técnico es Polietileno Tereftalato, fue patentado como un polímero para fibra. Hemos seleccionado este tipo de envase ya que el PET es un material caracterizado por su gran ligereza y resistencia mecánica a la compresión y a las caídas, alto grado de transparencia y brillo, conserva el sabor y aroma de los alimentos, es una barrera contra los gases, reciclable 100% y con posibilidad de producir envases reutilizables, lo cual ha llevado a desplazar a otros materiales como por ejemplo, el PVC.



Figura 27. Envase tipo PET para producto agua pura “Brisas del Mar”

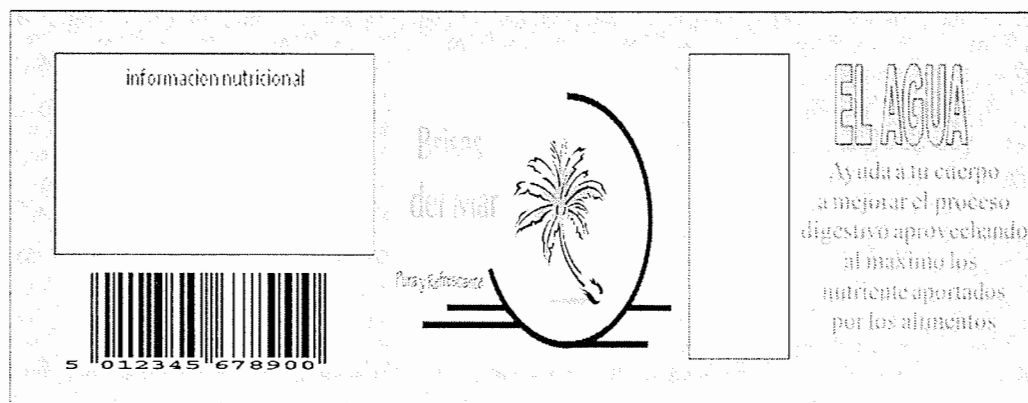


Fuente: <http://www.interempresas.net/FotosArtProductos/P30611.jpg>

- **Etiqueta plástica:**

Contamos con una etiqueta plástica la cual esta hecha a base de polietileno, con una impresión de película multicolor la cual nos brinda una buena calidad de presentación y una fácil adaptación al diseño del envase.

Figura 28. Etiqueta del producto agua pura “brisas del mar”



### 3.4 Práctica 3 (Diseño del Proceso de Transformación)

#### 3.4.1 Objetivo de la práctica

- Determinar la importancia del diseño del sistema de transformación ya que esta determina o restringe la mayoría de los otros aspectos del diseño, tales como el proceso de transformación, las actividades de trabajo y la distribución, a pesar de que no influye tanto en la ubicación de la instalación.
- Desarrollar en el estudiante la habilidad para comprender como diseñar las operaciones para que las organizaciones resulten competitivas, haciendo referencia a esto como el diseño del proceso de transformación.
- Determinar el tamaño y la ubicación de las instalaciones de producción, así como el diseño del trabajo y actividades de los obreros, necesarias para efectuar el proceso de transformación.
- Determinar las necesidades de capacidad de la instalación de transformación, para el corto y el largo plazo, considerando diversas estrategias y técnicas para satisfacerlas.
- Enfatizar al estudiante a que comprenda las diversas formas de la transformación, identificando cada una de sus ventajas y desventajas.
- Que el estudiante adquiriera la capacidad para analizar la distribución correspondiente a cada una de las formas de transformación y comprenda las técnicas para optimizar la distribución de las instalaciones.

- Comprender los aspectos del diseño de las actividades de trabajo necesarias para realizar el proceso de transformación de una manera eficiente y efectiva.

### 3.4.2 Marco teórico

El diseño del proceso de transformación es dividido en cinco partes las cuales son:

#### 1. Planeación de la capacidad

#### Terminología acerca de capacidad y sus mediciones

Se puede considerar que capacidad significa la máxima cantidad disponible de productos del proceso de transformación durante un tiempo especificado. Una medida elemental de la capacidad de un hospital, se presenta con frecuencia en términos del número de camas en el hospital. Así, un hospital de 50 camas es pequeño y un hospital de 1000 camas es grande. Observe que la medida de capacidad anterior, no reconoce los múltiples tipos de productos con los que una organización se relaciona en la práctica. <sup>(123)</sup>

- **Mediciones Relacionadas con la Capacidad**

#### Capacidad de diseño:

La capacidad de diseño de una instalación es el nivel meta de producción para el que conceptualmente se diseño su funcionamiento. <sup>(124)</sup>

---

<sup>(123)</sup>, <sup>(124)</sup>. Páginas 201 y 202 del libro de Jack R. Meredith "Administración de Operaciones"

### **Capacidad efectiva:**

Esta capacidad es una reducción de la capacidad de diseño para reflejar condiciones típicas de funcionamiento. Por lo tanto, es un índice de la producción de trabajo para las condiciones existentes en un momento dado. <sup>(125)</sup>

### **Utilización:**

Cuando se evalúa la operación de un sistema de producción, es común reducir la capacidad efectiva en 15 por ciento o más. Esta medida se conoce como utilización y con frecuencia se da a menos del 85 por ciento de capacidad efectiva. <sup>(126)</sup>

Por lo tanto la utilización va ser el grado en que el equipo, el espacio o la mano de obra se emplean, actualmente se expresa como un porcentaje:

$$\text{Utilización} = \frac{\text{Tasa de producción promedio}}{\text{capacidad máxima}} * 100$$

### **Rendimiento:**

Otra medida similar es el rendimiento. Esta medida se utiliza frecuentemente para indicar la cantidad de productos buenos que emergen de un proceso de producción, comparada con la cantidad de materiales que entraron. <sup>(127)</sup>

## **Consideraciones a corto y largo plazo**

- **Planeación de la capacidad a largo plazo**

Los aspectos de la planeación de la capacidad a lo largo de un período extenso se relacionan principalmente con la expansión y contracción de las instalaciones principales utilizadas en la elaboración del producto de la organización. Esto evidentemente es un aspecto estratégico del área de operaciones, más que una cuestión táctica, que es el caso de la planeación de la capacidad en el corto plazo. <sup>(128)</sup>

- **Alternativas de capacidad en el corto plazo**

El problema de la capacidad a corto plazo es manejar demandas inesperadas de manera económica, ya sean menores o mayores de lo anticipado, pero inminentemente reales. Se sabe que el pronóstico no será perfecto por lo que el gerente del área de operaciones debe planificar qué alternativas de capacidad a corto plazo debe usar en uno u otro caso. Estas consideraciones son generalmente limitadas, a lo más, a los siguientes seis meses y frecuentemente mucho menos, pudiendo ser para las próximas horas. <sup>(129)</sup>

## **Planeación de la capacidad para servicios**

La planeación de la capacidad para operaciones de servicios puros es un problema mucho más difícil que planear para productos y hay que hacer una distinción más clara de la planeación de la capacidad entre el largo y el corto plazo. En cuanto a servicios, los aspectos más difíciles para proporcionar la capacidad necesaria se dan en el corto plazo, generalmente porque los servicios están sujetos a picos y valles diarios en la demanda y el producto no

---

(128), (129), Páginas 209 y 211 del libro de Jack R. Meredith "Administración de Operaciones"

se puede almacenar con anticipación para amortiguar esta fluctuación de la demanda. <sup>(130)</sup>

El problema principal, es adecuar la disponibilidad del personal a la demanda de los clientes en términos de horas y días y requerimientos de habilidades, tanto sobre una base diaria como para un plazo mayor que puede ser semanal o mensual. En oposición a las empresas de productos, las organizaciones de servicio han desarrollado muchos enfoques novedosos a este problema, como turnos divididos, turnos traslapados, turnos de guardia, ayuda de tiempo parcial, sobrecupos, sistemas de citas y personal de guardia en espera de ser llamado.

- **Medición de la capacidad de servicio a través de los insumos**

En términos de la medición de la capacidad de una organización para producir ciertos servicios, en muchas situaciones resulta casi imposible porque el servicio es muy abstracto. Por lo tanto una manera más común de hacerlo es medir la provisión de los insumos más que la de los productos y consideras (tal vez con revisiones periódicas) que el proceso de producción tiene éxito para transformar los insumos en productos de servicio aceptables. Por ejemplo el departamento de bomberos no intenta medir su capacidad por el número de incendios que puede extinguir, sino por el número de carros o unidades de personal que pueden ofrecer en respuesta a una llamada, el tiempo de servicio o respuesta, o el número de bomberos que responden a la llamada. <sup>(131)</sup>

### **Método sistemático para las decisiones sobre capacidad**

Aun cuando cada situación es algo diferente, un procedimiento de cuatro pasos generalmente ayuda a los gerentes a tomar buenas decisiones sobre capacidad. Para describir este procedimiento, supondremos que la

---

(130), (131), Páginas 221 y 224 del libro de Jack R. Meredith "Administración de Operaciones"

administración ya dio el paso preliminar, que consiste en determinar la capacidad existente. <sup>(132)</sup>

### **Paso 1: estimar los requisitos de capacidad**

Las bases para estimar las necesidades de capacidad a largo plazo consisten en pronósticos de demanda, productividad, competencia y cambios tecnológicos, cuya proyección se extienda bastante en el futuro. <sup>(133)</sup>

El pronóstico de demanda tiene que convertirse en un número que pueda compararse directamente con la medida de capacidad que se esté utilizando. Supongamos que la capacidad se expresa como el número de máquinas disponibles en una operación. Cuando sólo un producto (servicio) se está procesando, el número de máquinas requeridas, M, es:

Número de máquinas requeridas =  $\frac{\text{horas de procesamiento requeridas para la demanda del año}}{\text{horas disponibles de una máquina por año, después de deducir el "colchón" deseado}}$ :

$$M = \frac{Dp}{N(1 - (C/100))} =$$

Donde:

D = pronóstico del número de unidades (clientes) por año

P = tiempo de procesamiento (en horas por unidad o cliente)

N = número total de horas por año, durante el cual funciona el proceso

C = "colchón" de capacidad deseado

El tiempo de procesamiento,  $p$ , en el numerador, depende del proceso y los métodos elegidos para hacer el trabajo. Las estimaciones de  $p$  se tomaron de normas de trabajo establecidas. El denominador es el número total de horas  $N$ , disponibles para el año, multiplicado por una proporción que representa el “colchón” de capacidad deseado. La proporción es simplemente  $1.0 - C$ , donde  $C$  se ha dividido entre 100 para convertirlo de un porcentaje a una proporción.

Si múltiples productos o servicios intervienen en el proceso, se necesitará tiempo adicional para los cambios de un producto o servicio al siguiente. El tiempo de preparación es el lapso que se requiere para cambiar una máquina, a fin de que empiece a elaborar otro producto o servicio. El tiempo de preparación es resultado de las decisiones del proceso, lo mismo que el tiempo de procesamiento. El tiempo de preparación total se calcula dividiendo el pronóstico del número de unidades por año,  $D$ , entre el número de unidades elaboradas en cada lote  $Q$ , con lo cual se obtiene el número de operaciones de preparación por año, y multiplicándolo después por el tiempo que requiere cada preparación. Tomando en cuenta tanto el tiempo de procesamiento como el tiempo de preparación cuando se trata de múltiples productos (servicios), obtenemos: <sup>(134)</sup>

horas de procesamiento y preparación  
requeridas para la demanda del año,  
Número de máquinas requeridas:  $\frac{\text{sumando todos los productos}}{\text{horas disponibles de una máquina por año, después de deducir el "colchón" deseado}} =$

$$M = \frac{(Dp + (D/Q)s)_{\text{producto 1}} + (Dp + (D/Q)s)_{\text{producto 2}} + \dots + (Dp + (D/Q)s)_{\text{producto n}}}{N(1 - (C/100))}$$

Donde:



Q = número de unidades en cada lote

S = tiempo de preparación (en horas) por lote

Siempre se debe redondear la parte fraccional al entero mayor siguiente, a menos de que sea eficiente, en términos de costos, el uso de opciones a corto plazo, como las horas extra o los déficit para cubrir cualquier faltante. <sup>(135)</sup>

### **Paso 2: identificar las brechas**

Una brecha de capacidad es cualquier diferencia (positiva o negativa) entre la demanda proyectada y la capacidad actual. Para identificar brechas es necesario emplear la medida de capacidad apropiada. Las complicaciones comienzan cuando intervienen múltiples operaciones y varios insumos de recursos. <sup>(136)</sup>

### **Paso 3: desarrollar alternativas**

El paso siguiente es el desarrollo de planes alternativos para contender con las brechas proyectadas. Una alternativa, que se conoce como caso base, consiste en no hacer nada y simplemente perder los pedidos correspondientes a cualquier demanda que exceda la capacidad actual. Otras alternativas, son diversas opciones para programar el tiempo y el tamaño, con miras a adquirir nueva capacidad, como la estrategia expansionista y la de esperar y ver. Otras posibilidades adicionales son: expandirse a un lugar diferente o recurrir a opciones a corto plazo, como el uso de horas extra, trabajadores temporales y subcontratación. <sup>(137)</sup>

---

(135), (136), (137), Páginas 312 y 313 del libro de Lee J. Krajewski "Administración de Operaciones: Estrategias y Análisis"

## **Paso 4: evaluar las alternativas**

En este paso final, el gerente evalúa cada alternativa, tanto cuantitativa como cualitativamente. <sup>(138)</sup>

### **2. Localización de las instalaciones**

La localización de la instalación es el proceso de elegir un lugar geográfico para realizar las operaciones de una empresa. Los gerentes de organizaciones de servicio y de manufacturas tienen que sopesar muchos factores cuando evalúan la conveniencia de un sitio en particular, como la proximidad a clientes y proveedores, los costos de mano de obra y los costos de transporte. Generalmente, los gerentes pueden pasar por alto cualquier factor que no cumpla por lo menos con una de las dos condiciones siguientes: <sup>(139)</sup>

- 1. El factor tendrá que ser sensible a la localización.** Es decir, los gerentes no deben tomar en cuenta un factor que no resulte afectado por sus decisiones en materia de localización.
- 2. El factor debe tener fuertes repercusiones sobre la capacidad de la empresa para alcanzar sus metas.**

### **El sistema de suministros y distribución**

El tema de obtener y distribuir materiales se conoce con el término de logística. La frase administración logística, tal como se aplica actualmente en las organizaciones, incluye frecuentemente el suministro, almacenaje y movimiento de materiales, personal, equipo y artículos terminados dentro de la organización y entre ésta y su ambiente.

El modo en el que el producto se distribuye a los receptores tiene interés especial para el gerente del área de operaciones. Primero, la localización de la instalación de producción influye en el abastecimiento de la mano de obra, el costo de embarque de los materiales, los servicios de reparación oportunos y otros muchos aspectos del proceso de producción. Segundo, la transportación del producto pondrá ciertas limitaciones adicionales al proceso de producción en relación al peso, tiempo de realización, resistencia, etc. <sup>(140)</sup>

- **Ventajas y desventajas de la transportación y la localización**

Los productos pueden ser distribuidos a los clientes transportándolos, si hay un artículo facilitador, o ubicándose donde los clientes puedan obtenerlos fácilmente. Puesto que los servicios sin un artículo facilitador generalmente son difíciles, caros o incluso imposibles de transportar, las organizaciones de servicio distribuyen sus productos instalándose cerca de sus receptores. Los ejemplos de este enfoque son las clínicas médicas, iglesias, parques y terrenos de juego, tintorerías y salones de belleza.

Sin embargo, algunas organizaciones de servicios puros intentan transportar sus servicios, aunque frecuentemente lo hacen con gran cantidad de problemas. Estas situaciones ocurren cuando la naturaleza del servicio hace que no resulte práctico permanecer en una localización fija por un período largo (ferias viajeras, espectáculos regionales) o más comúnmente, cuando el servicio se considera muy importante para el público, pero inasequible de otra manera (rayos X móviles, librerías ambulante). <sup>(141)</sup>

Por otro lado, las organizaciones de productos generalmente pueden intercambiar costos de transportación por costos de localización con mayor facilidad por lo que usualmente minimizan sus costos de logística.

---

(140), (141), Páginas 233 y 234 del libro de Jack R. Meredith "Administración de Operaciones"

## **El proceso de tres fases para la localización**

### **Fase de selección regional o internacional**

Existen cuatro consideraciones importantes para seleccionar una región nacional o extranjera para una instalación: proximidad, suministro de mano de obra, disponibilidad de insumos y ambiente. Para reducir los costos de transportación y dar un servicio aceptable a los clientes, la instalación debería estar ubicada en una región cercana a los clientes y proveedores. La región deberá tener el suministro adecuado de mano de obra disponible y con las proporciones correctas de las habilidades requeridas. La región seleccionada para la ubicación de la instalación debe contar con los insumos necesarios. Se debe disponer en cantidades suficientes del tipo y número apropiado de medios de transportación (ferrocarril, marítimo, carretera, aéreo); también se debe contar con un abastecimiento adecuado de recursos básicas como agua, electricidad, gas, carbón y petróleo y las instalaciones apropiadas de comunicación también deben estar disponibles. <sup>(142)</sup>

El ambiente regional debe ser favorable a la naturaleza de la organización. No sólo deben ser apropiados los patrones regionales del clima, sino que también deben ser favorables los climas político, legal y social.

### **Fase de selección de la comunidad**

En esta fase se deben considerar la disponibilidad de sitios aceptables, las actitudes de los gobiernos locales, reglamentos, demarcación de zonas, impuestos, suministro de mano de obra, tamaño y características del mercado, así como el clima. Además, serían factores adicionales de interés para la organización: la contaminación peculiar de la comunidad, la disponibilidad de

---

(142), Página 240 del libro de Jack R. Meredith "Administración de Operaciones"

financiamiento local, atractivos monetarios (tales como incentivos fiscales) para establecer operaciones en la comunidad y la actitud de ésta hacia la empresa.

### **Fase de selección del sitio**

El sitio, la localización real de la organización debe de ser apropiada para la naturaleza de las operaciones. En el proceso de selección de este sitio se tienen en cuenta aspectos como tamaño, terreno adyacente, demarcación de zonas, actitudes de la comunidad; drenaje, tipo de suelo, disponibilidad de agua, alcantarillado e instalaciones de servicio, eliminación de desperdicios; facilidad de transportación, tamaño del mercado local y costos de desarrollo. <sup>(143)</sup>

### **Modelo para la localización**

Los modelos que resultan útiles a las empresas para localizar sus instalaciones son:

- **Modelo del costo de transportación tasa – volumen – distancia**
- **Modelo del centro de gravedad para encontrar la mejor ubicación**
- **Modelo del punto de equilibrio para la comparación de costos fijos y variables**
- **Modelo de calificaciones ponderadas** <sup>(144)</sup>

### **Localización de organizaciones de servicios puros**

A pesar de que todo el material anterior se aplica casi del mismo modo a las empresas de servicios que a las de productos, vale la pena hacer notar algunas situaciones únicas de las organizaciones de servicios. Dos de las que aquí se verán con detalle implican que el receptor llegue a la instalación, como en la

---

[143], [144], Páginas 241 y 244 del libro de Jack R. Meredith "Administración de Operaciones"

venta al menudeo y que la instalación vaya al receptor, como con los servicios de emergencia. <sup>(145)</sup>

### **El receptor hacia la instalación**

En estas situaciones, la instalación atrae a los clientes o receptores desde el área que rodea a la instalación, posiblemente en competencia con otras similares. La investigación encontró que en estas circunstancias, el poder de atracción de las instalaciones de venta al menudeo es proporcional al tamaño de la instalación e inversamente proporcional al cuadrado del promedio del tiempo de viaje del receptor.

### **La instalación hacia el receptor**

Estas situaciones son comunes en los servicios de emergencias urbanas: bomberos, policía y ambulancias. De nuevo, a forma de medir apropiadamente el servicio es un dilema que implica factores tales como el número de receptores servidos, el tiempo de espera promedio para el servicio, valor de la propiedad salvada y número de instalaciones de servicio. <sup>(146)</sup>

## **3. El Proceso de transformación**

### **Formas de los procesos de transformación**

- **Proceso**

Las industrias de proceso, tales como las de agua, gases, productos químicos, alimentos, son, en muchos sentidos, diferentes de las industrias que producen piezas sueltas y de las organizaciones de servicios. La característica principal

---

(145), (146), Páginas 257 y 258 del libro de Jack R. Meredith "Administración de Operaciones"

de las industrias de proceso, es que usualmente hay un material principal del tipo “fluido” en la entrada (gas, madera, trigo, leche, etc). Este material de entrada luego es convertido en múltiples productos, aunque sólo puede haber uno. <sup>(147)</sup>

- **Flujo**

En esta forma de proceso, todos los productos se tratan básicamente de la misma manera y por tanto el flujo de trabajo es relativamente continuo. Las organizaciones de producto en esta forma, se conocen frecuentemente como talleres de flujo y están fuertemente automatizadas, con equipo grande para propósitos especiales. Las características de este diseño de proceso son materiales de entrada, tiempos y operaciones y productos relativamente fijos. Entre los ejemplos de esta forma continua se hallan la producción de lápices, la fabricación de acero, la producción de automóviles, el lavado de autos y el procesamiento de seguros de vida. <sup>(148)</sup>

- **Celda**

La producción celular es un tipo relativamente nuevo del proceso de transformación, que muchas empresas han adoptado recientemente. Combina las ventajas de la producción por trabajos, con la producción por flujo, para obtener la alta variedad en la forma por trabajos, con los costos disminuidos y tiempos de respuesta cortos, disponibles en la forma por flujo.

La gama de productos o servicios que se van a ofrecer se divide en grupos o familias que requieren pasos similares de procesamiento. Después se crea una celda que incluye las habilidades humanas y todo el equipo requerido para producir esa familia de productos, en el volumen solicitado. <sup>(149)</sup>

---

<sup>(147)</sup>, <sup>(148)</sup>, <sup>(149)</sup>, Páginas 272 y 275 del libro de Jack R. Meredith “Administración de Operaciones”

- **Trabajos**

La forma por trabajo del proceso de transformación recibe su nombre por los trabajos únicos que deben ser producidos. En un taller por trabajos cada producto o pequeño lote de productos se procesa de manera diferente. Por lo tanto el flujo de trabajo a través de la instalación tiende a ser de naturaleza intermitente. Las características generales de esta forma son un agrupamiento del personal y el equipo de acuerdo a la función; una amplia variedad de insumos; una considerable cantidad de transporte ya sea de personal, materiales o receptores y grandes variaciones en los tiempos de flujo del sistema. <sup>(150)</sup>

- **Proyecto**

Las operaciones de los proyectos son de gran escala y duración limitada; no son repetitivas, consistiendo en tareas múltiples y frecuentemente simultáneas, altamente interdependientes. Sin embargo, las características principales de las tareas son su limitada duración y, si el producto es un producto físico, la inmovilidad durante el procesamiento. <sup>(151)</sup>

### **Selección del proceso**

Esta sección considera el aspecto de seleccionar la forma apropiada del proceso, o mezcla de formas, para que una organización elabore su producto, una tarea que puede ser facilitada por el uso de árboles de decisión. <sup>(152)</sup>



- **Consideraciones sobre volumen y variedad**

Uno de los factores más importantes en el diseño del proceso de transformación es establecer el volumen y variedad de los productos que la organización producirá. Los volúmenes altos tienden a indicar que será necesario un proceso altamente automatizado de producción masiva. Por otro lado, una gran variedad implica el uso de mano de obra calificada, usando herramientas e instalaciones de propósito general.

Aquí una consideración relacionada es si el producto se fabricará para existencias o según especificaciones. Un artículo de Fabricación para Existencias se produce en algún tamaño de lote económico (para la empresa) y después se almacena (en una bodega, en estantes, etc.). Conforme los clientes los compran, los artículos se descuentan de la existencia. Un artículo de Fabricación según Especificaciones usualmente se produce en un tamaño de lote fijado por el cliente (en ocasiones sólo uno) y se entrega al cliente en cuanto se termina de fabricarlo. Generalmente los artículos de fabricación para existencias son producidos en grandes volúmenes con poca variedad, mientras que los artículos de fabricación según especificaciones se producen en pequeños volúmenes con alta variedad. <sup>(153)</sup>

- **Procesos en los servicios**

Al igual que con el diseño del proceso para la fabricación de productos, el diseño de los procesos de los servicios, depende fuertemente de saber exactamente qué características del servicio son importantes. Hay que considerar tres características importantes de un servicio: el artículo facilitador, los beneficios explícitos y los beneficios implícitos o psicológicos. <sup>(154)</sup>

---

(153), (154), Páginas 284 y 287 del libro de Jack R. Meredith "Administración de Operaciones"

Un elemento muy importante en el diseño del proceso de los servicios, que usualmente no están presentes en el diseño del proceso de productos, es el amplio contacto con el cliente durante el proceso del servicio. Esto presenta tanto problemas como oportunidades. Por un lado, frecuentemente el cliente añadirá nuevas entradas o demandas en el proceso, que no fueron anticipadas al diseñar el proceso. Además los clientes no llegan a intervalos uniformes, sino que más bien tienden a agolparse, como a la hora del almuerzo y después se quejan cuando tienen que esperar por el servicio.

#### **4. Distribución de las instalaciones**

El principal propósito del análisis de la distribución es maximizar la eficiencia (orientada hacia los costos) o la efectividad de las operaciones. También existen otros propósitos, como reducir los peligros a la seguridad o la salud, minimizar la interferencia o el ruido entre diferentes áreas operativas, facilitar las interacciones cruciales entre el personal, o maximizar la exposición del cliente a los productos o servicios. <sup>(155)</sup>

Por lo general, la mayoría de las distribuciones se diseñan originalmente de manera eficiente, pero conforme la organización crece y se modifica para dar cabida al cambio en el ambiente, la distribución de las operaciones empieza a ser menos eficiente, hasta que eventualmente se hace necesaria una redistribución. Los siguientes problemas en las operaciones pueden indicar la necesidad de redistribuir. <sup>(156)</sup>

- Congestionamiento
- Utilización ineficiente del espacio
- Cantidades excesivas de materiales en proceso
- Distancias excesivas en el flujo del trabajo

- Cuellos de botella que se presentan en una localización, simultáneamente con desocupación en otra
- Trabajadores capacitados haciendo en exceso un trabajo que no requiere capacitación
- Largos ciclos de operación y retraso en las entregas
- Ansiedad y cansancio en los obreros
- Dificultad en el mantenimiento del control operativo del trabajo o del personal

Cuando hay razones especiales como éstas para un análisis de la redistribución, entonces, por supuesto, el criterio de distribución se basa en la solución de la dificultad específica. Frecuentemente se usan modelos a escala de dos y tres dimensiones de la operación, para ayudar a resolver tales problemas. Sin embargo, por lo general, el criterio principal para el análisis de la distribución es la eficiencia de las operaciones.

### **Tipos de distribución**

La selección del tipo de distribución depende en gran parte de la estrategia de flujo que elija la empresa. Existen cuatro tipos básicos de distribución: por procesos, por productos, híbrida y de posición fija. <sup>(157)</sup>

#### **1. Distribución por procesos:**

Con una estrategia de flujo flexible, que es la mejor para la producción en bajo volumen y alta variedad, el gerente de operaciones debe organizar los recursos (empleados y equipo) en torno del proceso. Con una distribución por procesos, que agrupa las estaciones o departamentos de trabajo según su función, se alcanza este propósito. La distribución por procesos es más común cuando en

---

(157), Páginas 404 del libro de Lee J. Krajewski "Administración de Operaciones: Estrategias y Análisis"

la misma operación se deben producir muchos productos distintos en forma intermitente o es preciso atender a muchos clientes diferentes. Los niveles de demanda son demasiado bajos o imprevisibles, por lo cual la gerencia no puede asignar los recursos humanos y de capital exclusivamente a una línea de productos o a un tipo de cliente en particular. Las ventajas de la distribución por procesos sobre la distribución por productos, donde los centros están dispuestos en una trayectoria lineal son las siguientes: <sup>(158)</sup>

- Los recursos son de propósito relativamente general y menos intensivo en capital.
- La distribución por procesos es menos vulnerable a los cambios en la mezcla de productos o a las nuevas estrategias de marketing y, por lo tanto, es más flexible.
- La utilización del equipo es más alta. Cuando los volúmenes son bajos, dedicar recursos en forma exclusiva a cada producto o servicio requeriría más equipo que si los requisitos se usan conjuntamente para todos los productos.

La estrategia de flujo flexible, acompañado de la distribución por procesos, también tiene desventajas. <sup>(159)</sup>

- La tasa de procesamiento tienden a ser más lentas.
- Se pierde tiempo productivo al cambiar de un producto o servicio a otro.
- Los tiempos de retraso entre el inicio y el final de cada trabajo son relativamente largos.
- El manejo de materiales tiende a ser costoso.
- La diversidad en las rutas y los flujos entrecruzados, requieren la utilización de dispositivos de trayectoria variable, como carretillas, en lugar de correas transportadoras.

---

(158), (159), Página 404 del libro de Lee J. Krajewski "Administración de Operaciones: Estrategias y Análisis"

## 2. Distribución por productos:

Con una estrategia de flujo de línea, que es la mejor para la producción repetitiva o continúa, el gerente de operaciones dedica los recursos a productos, o tareas individuales. Esta estrategia se logra mediante una distribución por productos, en la cual las estaciones o departamentos de trabajo están dispuestos en una trayectoria lineal. Igual que en un servicio de lavado automático de automóviles, el producto o el consumidor se desplaza en un flujo uniforme y continuo. Los recursos están dispuestos en torno de la ruta que sigue el producto, en lugar de ser utilizados en forma compartida por muchos productos. Las distribuciones por productos son muy comunes en las operaciones de alto volumen. Las distribuciones por productos dependen a menudo de recursos especializados, intensivos en capital. Cuando los volúmenes son altos, las ventajas de las distribuciones por producto sobre las distribuciones por procesos son: <sup>(160)</sup>

- Tasas de procesamiento más rápidas,
- Inventarios más reducidos, y
- Menos tiempo improductivo a causa de los cambios de producto y el manejo de materiales.

Además, se reduce la necesidad de desconectar una operación de la siguiente, lo cual permite que la gerencia disminuya sus inventarios. Las desventajas de las distribuciones por productos son: <sup>(161)</sup>

- Mayor riesgo de tener que rediseñar la distribución para productos o servicios con vida útil corta o incierta,
- Menos flexibilidad, y

- Baja utilización de recursos cuando se trata de productos o servicios en bajo volumen.

### **3. Distribución híbrida:**

Lo más frecuente es que en una estrategia de flujo se combinen elementos de un enfoque por productos y un enfoque por procesos. Esta estrategia de flujo intermedio requiere una distribución híbrida, en la cual algunas partes de la instalación están dispuestas en una distribución por procesos y otras en una distribución por productos. Las distribuciones híbridas se usan en instalaciones que realizan operaciones de fabricación y también de ensamblado. <sup>(162)</sup>

### **4. Distribución de posición fija:**

El cuarto tipo básico de distribución es la distribución de posición fija. En esta disposición física, el producto está fijo en su lugar, por lo cual los trabajadores, junto con sus herramientas y su equipo, acuden hasta donde está el producto para trabajar en él. Este tipo de distribución tiene sentido cuando el producto es particularmente grande o difícil de movilizar, como sucede en las operaciones de construcción de barcos, ensamble de locomotoras, fabricación de enormes recipientes de alta presión, edificación de presas o reparación de hornos domésticos. Una distribución de posición fija minimiza el número de ocasiones en que es necesario movilizar el producto, y frecuentemente constituye la única solución factible. <sup>(163)</sup>

### **5. Diseño del trabajo**

El diseño de trabajo se refiere a la forma en que se organiza un conjunto de tareas o un trabajo entero. El diseño de trabajo ayuda a determinar:

---

(162), (163), Página 406 del libro de Lee J. Krajewski "Administración de Operaciones: Estrategias y Análisis"

- qué tareas se están haciendo,
- cómo se están haciendo las tareas,
- cómo se hacen muchas tareas, y
- en qué orden se hacen las tareas.

Toma en cuenta todos los factores que afectan el trabajo y organiza el contenido y las tareas de manera que el trabajo completo tenga menos posibilidad de ser un riesgo para el empleado. El diseño de trabajo incluye áreas administrativas tales como:

- rotación de trabajo,
- ampliación de trabajo,
- ritmo de tarea/ máquina,
- recesos de trabajo, y
- horas de trabajo.

Un trabajo bien diseñado estimulará una variedad de "buenas" posiciones corporales, tendrá requerimientos de fuerza razonable, requerirá una cantidad razonable de actividad mental, y ayudará a promover sentimientos de logro y autoestima.

### **¿Cómo puede el diseño de trabajo ayudar con la organización de trabajo?**

Los principios de diseño de trabajo pueden tratar problemas tales como:

- sobrecarga de trabajo,
- menor carga de trabajo,
- repetitividad,
- control limitado sobre trabajo,

- turnos de trabajo,
- retraso en llenar los puestos vacantes,
- excesivas horas de trabajo, y

### 3.4.3 Marco práctico

#### Ejemplo de aplicación 1 (determinación de la capacidad)

Se ha encomendado la tarea de integrar un plan sobre capacidad para una operación crítica que representa un cuello de botella en la Fabrica de Zapatos el VOYAGE. La medida de la capacidad es el número de máquinas. Allí se fabrican tres productos (sandalias para hombres, mujeres y niños). Los tiempo estándar (de procesamiento y preparación), el tamaño de los lotes y los pronósticos de demanda se presentan en la siguiente tabla. La empresa trabaja dos turnos de 8 horas, 5 días y la semana, 50 semanas al año. Se sabe por experiencia que un “colchón” de capacidad de 5% es suficiente. <sup>(164)</sup>

**Tabla IV. Tiempos estándar, tamaño de lotes y pronósticos**

Producto	Tiempos Estándar		Tiempo del lote (pares/lote)	Pronóstico de demanda (pares/año)
	Procesamiento (hr/par)	Preparación (hr/lote)		
Sandalias hombre	0.05	0.5	240	80,000
Sandalias mujer	0.10	2.2	180	60,000
Sandalias niño	0.02	3.8	360	120,000

- ¿Cuántas máquinas se requieren?
- Si la operación tiene actualmente dos máquinas, ¿Cuál es la brecha de capacidad?

#### Resolución



a. El número de horas de operación al año, N, es:

$$N = (2 \text{ turnos/día}) \cdot (8 \text{ horas/turno}) \cdot (250 \text{ días/máquina-año}) =$$

$$N = 4000 \text{ horas/máquina-año}$$

El número de máquinas necesarias, M, es la suma de los requisitos de horas máquina para los tres productos, dividida entre el número de horas productivas disponibles para una máquina:

$$M = \frac{(D_p + (D/Q)s)_{\text{hombre}} + (D_p + (D/Q)s)_{\text{mujeres}} + (D_p + (D/Q)s)_{\text{niños}}}{N(1 - (C/100))}$$

$$M = \frac{(80,000(0.05) + (80,000/240)0.5) + (60,000(0.10) + (60,000/180)2.2) + (120,000(0.02) + (120,000/360)3.8)}{4000(1 - (5/100))}$$

$$M = \frac{14,567 \text{ horas/año}}{3800 \text{ horas/máquina-año}} = 3.8 = 4 \text{ máquinas}$$

a. **La brecha de capacidad es de 1.8 máquinas (3.8 – 2 ). Sería conveniente comprar otras dos máquinas, a menos que la gerencia decida adoptar opciones de corto plazo para llenar la brecha.**

### Ejemplo de aplicación 2 (localización de las instalaciones)

Un gerente de operaciones ha logrado reducir a sólo cuatro comunidades la búsqueda de la localización para una nueva instalación. Los costos fijos anuales (por concepto de tierra, impuestos sobre la propiedad, seguros, equipo y edificios) y los costos variables (por mano de obra, materiales, transportes y gastos generales variables son: <sup>(165)</sup>

---

(165). Página 380 del libro de Lee J. Krajewski "Administración de Operaciones: Estrategias y Análisis"

**Tabla V. Costos fijos y variables de las comunidades**

Comunidad	Costos Fijos por Año	Costos Variables por Unidad
A	Q150,000.00	Q62.00
B	Q300,000.00	Q38.00
C	Q500,000.00	Q24.00
D	Q600,000.00	Q30.00

- Trace las curvas de costo total para todas las comunidades, en una sola gráfica. Identifique en ella el rango aproximado en el cual cada una de las comunidades provee el costo más bajo.
- Aplicando el análisis del punto de equilibrio, calcule usted las cantidades de equilibrio sobre los rangos pertinentes.
- Si la demanda esperada es de 15,000 unidades al año ¿Cuál será la mejor localización?

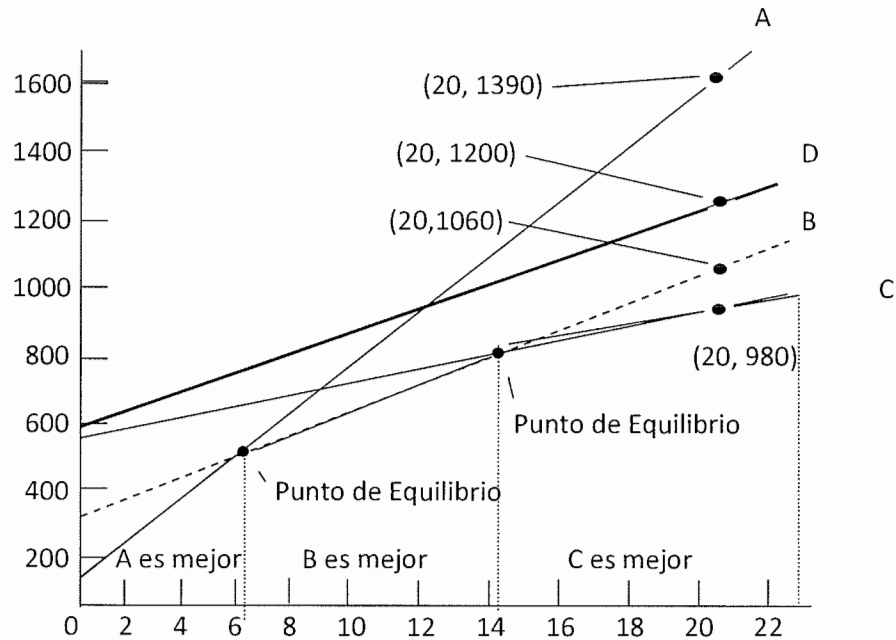
**Resolución**

- Para trazar una línea de costo total de la comunidad, calculemos primero el costo total para dos niveles de producción:  $Q = 0$  y  $Q = 20,000$  unidades al año. Para el nivel  $Q = 0$ , el costo total equivale simplemente a los costos fijos. Para el nivel  $Q = 20,000$ , el costo total (costos fijos más costos variables) es de:

**Tabla VI. Cálculo de costos fijos y variables para las comunidades**

Comunidad	Costos Fijos	Costos Variables (Costo por unidad)(No. de Unidades)	Costo Total (fijos+variables)
A	Q150,000.00	$Q62.00(20,000) = Q1,240,000.00$	Q1,390,000.00
B	Q300,000.00	$Q38.00(20,000) = Q760,000.00$	Q1,060,000.00
C	Q500,000.00	$Q24.00(20,000) = Q480,000.00$	Q980,000.00
D	Q600,000.00	$Q30.00(20,000) = Q600,000.00$	Q1,200,000.00

**Figura 29. Gráfica del punto de equilibrio de cuatro localizaciones posibles**



**Eje X = Q** (miles de unidades)

**Eje Y = Costo anual** (miles de Quetzales)

- b. La cantidad de equilibrio entre A y B se encuentra al final del primer rango, donde A es mejor, y el inicio del segundo rango, donde B es mejor. La encontramos igualando entre sí sus ecuaciones de costo total y resolviendo:

$$\begin{array}{ccc}
 & \text{A} & \text{B} \\
 Q150,000.00 + Q62.00 * Q & = & Q300,000.00 + Q38.00 * Q \\
 \mathbf{Q = 6250 \text{ unidades}} & & 
 \end{array}$$

La cantidad de equilibrio entre B y C está al final del rango en el cual B es mejor y al inicio del rango final donde C es mejor. Su valor es de:

$$\begin{aligned}
 & \text{B} & \text{C} \\
 & Q300,000.00 + Q38.00*Q = Q500,000.00 + Q24.00*Q \\
 & Q = \mathbf{14,286 \text{ unidades}}
 \end{aligned}$$

No se requiere ninguna otra cantidad de equilibrio. El punto de equilibrio entre A y C se encuentra sobre el área sombreada, la cual no constituye el inicio ni el final de ninguno de los tres rangos pertinentes.

- c. La figura muestra que las 15,000 unidades se encuentran dentro del rango de alto volumen, por lo cual la comunidad C es la mejor opción.

#### Ejemplo de aplicación 6 (distribución de las instalaciones)

Una compañía está estableciendo una línea de ensamble con el propósito de producir 192 unidades en cada turno de ocho horas. La siguiente tabla muestra los elementos de trabajo, los tiempos y los predecesores inmediatos. <sup>(166)</sup>

**Tabla VII. Elementos de trabajo, tiempos y predecesores inmediatos**

Elemento De trabajo	Tiempo (s)	Predecesor (es) Inmediato (s)
A	40	Ninguno
B	80	A
C	30	D, E, F
D	25	B
E	20	B
F	15	B
G	120	A
H	145	G
I	130	H
J	115	C, I
Total	<b>720</b>	

- ¿Cuál es el tiempo del ciclo deseado?
- ¿Cuál es el número mínimo teórico de estaciones?
- Use la regla del tiempo del elemento de trabajo más largo para encontrar una solución y represente dicha solución en un diagrama de precedencia.
- ¿Cuáles son la eficiencia y el retraso del balance de la solución encontrada?

### **Resolución**

- Sustituyendo la fórmula para el tiempo del ciclo, obtenemos:

$$C = \frac{1}{r} = \frac{8 \text{ horas}}{192 \text{ unidades}} (3600 \text{ segundos/hora}) = \mathbf{150 \text{ segundos/unidad}}$$

- La suma de los tiempos correspondientes a los elementos de trabajo es de 720 segundos, por lo cual:

$$TM = \frac{\sum t}{C} = \frac{720 \text{ segundos/unidad}}{150 \text{ segundos/unidad-estación}} = \mathbf{4.8, \text{ o sea } 5 \text{ estaciones}}$$

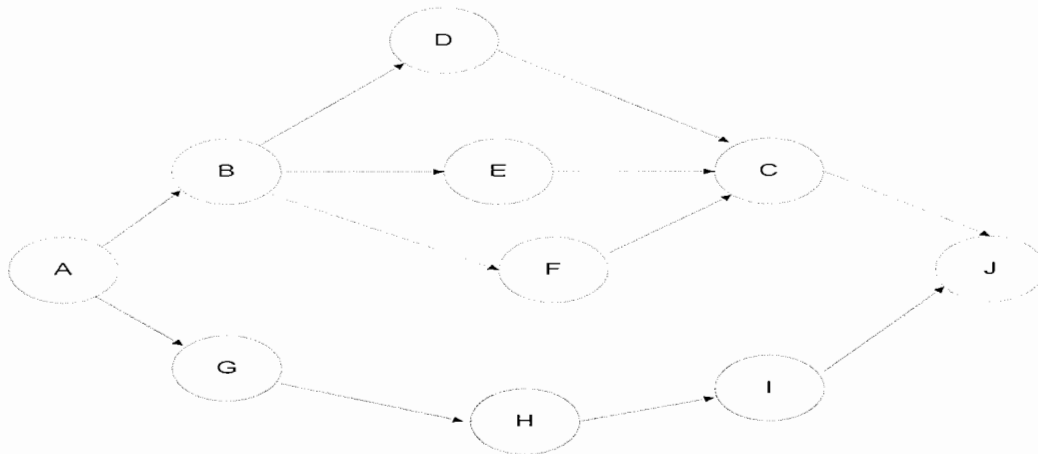
**Lo cual puede no ser posible obtener.**

- El diagrama de precedencia correspondiente aparecen en la tabla XIII. Cada fila de la tabla siguiente representa una iteración de la aplicación de la regla del tiempo del elemento de trabajo más largo, con el propósito de asignar elementos de trabajo a estaciones de trabajo.

**Tabla VIII. Cálculo de tiempos del elemento y tiempos de ocio**

Estación	Candidato(s)	Selección	Tiempo del elemento De trabajo (s)	Tiempo Acumulativo (s)	Tiempo ocios (c = 150 s)
S1	A	A	40	40	110
	B	B	80	120	30
	D, E, F	D	25	145	5
S2	E, F, G	G	120	120	30
	E, F	E	20	140	10
S3	F, H	H	145	145	5
S4	F, I	I	130	130	20
	F	F	15	145	5
S5	C	C	30	30	120
	J	J	115	145	5

**Figura 30. Diagrama de precedencia para la línea de ensamble**



d. Calculando la eficiencia, obtenemos:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\sum t}{nc} * (100) = \frac{720 \text{ segundos/unidad}}{5(150 \text{ segundos/unidad})} (100) =$$

$$\text{Eficiencia} = 96\%$$

Por consiguiente, el retraso del balance es de únicamente 4% (100 – 96)

### **3.5 Práctica 4 (Técnicas de Análisis y Técnicas de Creatividad)**

#### **3.5.1 Objetivo de la práctica**

- Que el estudiante desarrolle la habilidad para trabajar con la información, analizarla, tomar decisiones y proceder a aplicarla en el proceso de diseñar un producto o servicio.
- Adquirir la capacidad necesaria para poder comprender el procedimiento para de análisis de la información.
- Que los estudiantes aprendan a aplicar las técnicas de análisis de información en el desarrollo de su producto.
- Que el estudiante pueda aplicar las técnicas de creatividad en las etapas iniciales del desarrollo de su producto..
- Que el estudiante comprenda la importancia de una fuerte carga creativa en la definición de un nuevo producto.
- Brindarle al estudiante las herramientas necesarias para que puedan aplicar cada una de las técnicas de análisis de la información.
- Brindarle al estudiante las herramientas necesarias para que puedan aplicar cada una de las técnicas de creatividad.

### 3.5.2 Marco teórico

#### 1. Técnicas de análisis

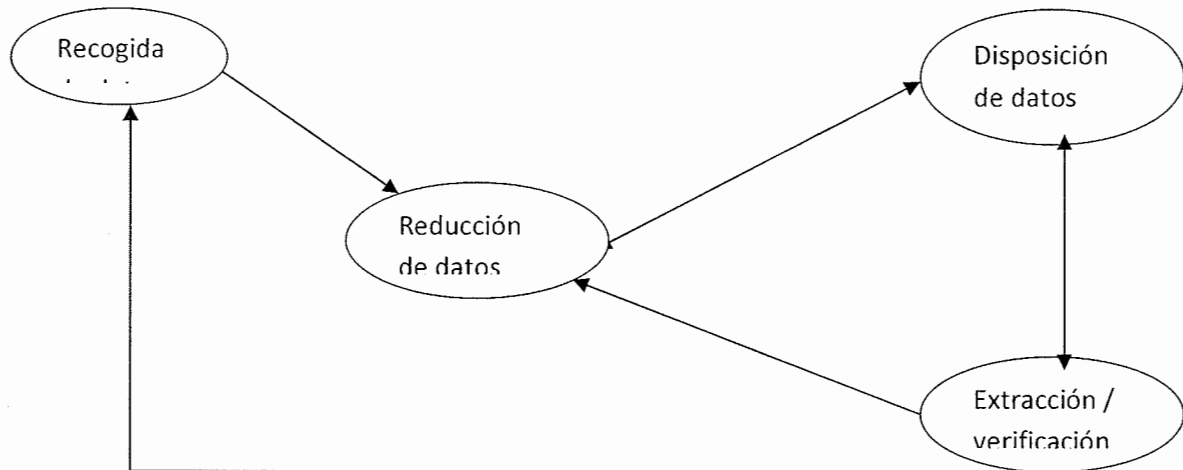
El proceso de diseñar un producto, independientemente de quién lo lleve a cabo y de las características del producto, supone dar una serie de pasos que progresivamente nos acercan a la solución definitiva. A lo largo de este camino es necesario, sobre todo, trabajar con información, analizarla, tomar decisiones y proceder según las mismas. La persona o el equipo que diseña un producto debe hacer frente a una serie de problemas de mayor o menor complejidad, y para ello debe disponer de los instrumentos necesarios. <sup>(167)</sup>

La revisión aquí realizada no pretende ser exhaustiva, pues existen ya publicaciones dedicadas exclusivamente al tema de métodos y técnicas de diseño. Simplemente se incluye a modo de pequeño manual. El objetivo es servir de referencia inmediata de consulta y sobre todo, asociar estos métodos y técnicas con el proceso de diseño global de productos. Una vez establecido el marco de trabajo, es posible nutrir cada una de las fases del proceso de diseño con las herramientas que pueden ayudar a un mejor desarrollo del mismo.

Del mismo modo, hay métodos descritos, como el QFD o las técnicas de diseño por factores, que no se emplean en una fase determinada del proceso de diseño, sino que lo cubren por completo. <sup>(168)</sup>



**Figura 31. Procedimientos de análisis de la información**



Fuente: <http://www.eumed.net/tesis/2006/mpmb/2g.htm>

## 2. Técnicas de Creatividad

El orden en que se exponen los métodos y técnicas corresponde más o menos a una clasificación temporal de los mismos, aunque esta afirmación no es nada rigurosa. Normalmente suelen asociarse las técnicas de creatividad con las etapas iniciales del proyecto, pues en ellas el problema se supone mucho más abierto, y la definición de un nuevo producto requiere una fuerte carga creativa. Sin embargo, eso no significa que no puedan emplearse estas técnicas en etapas más avanzadas de diseño de detalle. Es posible encontrar un problema en el diseño, la ubicación, el ensamblaje, etc. de un componente y recurrir entonces a técnicas de creatividad para darle solución.

Las técnicas de creatividad son métodos que permiten el entrenamiento creativo. Implican determinadas acciones que en general, son más importantes que la técnica en sí misma, y que sirven como estímulo.

La utilización de las técnicas no promete un éxito asegurado, simplemente sirven para llegar a ciertos objetivos que se suponen próximos a la creatividad. Permiten direccionar el pensamiento en etapas o procedimientos concretos. Es decir, por un lado, permiten seguir un orden establecido para lograr un objetivo deseado, y por el otro, ayudan a desarmar los caminos del pensamiento vertical habitual.

Cuando elegimos una técnica o método creativo, aceptamos el cumplimiento de determinados pasos a seguir, entonces son precisamente estos pasos los que ordenan la desorganización en la que nos sumimos al pensar "creativamente".

Ya no cabe duda que estas técnicas deben ser usadas, pero, debido a la cantidad y variedad de métodos creativos existentes, habría que analizar la mejor manera para elegir el que más nos conviene según la situación que enfrentamos.

La clasificación que intentamos abordar en este trabajo implica que quien la utilice deba definir cuál es su objetivo y con qué fin se va a usar una técnica. Es decir, que se piense adónde se quiere llegar, porque de esta forma estaremos más cerca de la verdadera utilidad de la técnica en cuestión.

Antes de ir de lleno a la clasificación, consideramos pertinente explicar las características básicas de las técnicas más usadas, estableciendo los principales aspectos tenidos en cuenta para formular nuestra clasificación.

Finalmente arribaremos a una nueva clasificación que tiene como fundamento la utilidad con relación al objetivo que impulsa su utilización.

### 3.5.3 Marco práctico

#### Ejemplo de Aplicación 1

1. Presentar todos los requerimientos y especificaciones para Diseñar una Silla de Ruedas aplicando las herramientas de las Técnicas de Análisis y las Técnicas de Creatividad. <sup>(169)</sup>

Desarrollando los siguientes puntos:

- Oferta del proyecto
- Especificaciones de diseño
- Información sobre el producto
- Estado de la técnica.

#### **Resolución**

##### **Oferta del proyecto**

- **Generalidades**

La empresa fabricante de sillas de ruedas y elementos de ortopedia Joseph S.A. pone en conocimiento del público y a disposición de quien le interese las condiciones generales de concurso para aquellas ingenierías y oficinas de diseño de producto que concurran a la adjudicación de alguno de los proyectos ofertados.

Los candidatos tendrán un plazo de dos semanas para la redacción de la propuesta técnica según lo descrito en el modelo de propuesta técnica. Toda

---

(169). Página 233 del libro de Jorge A. Marzal "es: Estrategias y Análisis"

propuesta deberá englobarse dentro de una de las siguientes categorías, y hacerse constar así en la Propuesta:

**Categoría A:** sillas plegables de tracción eléctrica.

**Categoría B:** sillas plegables de tracción manual por acompañante.

**Categoría C:** sillas de tracción eléctrica + bipedestación.

**Categoría D:** sillas de tracción manual + bipedestación.

- **Modelo de propuesta técnica**

La propuesta técnica a presentar por los candidatos debe incluir los apartados generales, con las siguientes particularidades:

1. Primera página: Logotipo del candidato, Título: Propuesta Técnica para la Línea de Producto W-1225. Categoría NN, donde NN indica la categoría en que se incluye la propuesta, en función de lo descrito en las generalidades. En el pie de página figurará un recuerdo en el que cite: Propuesta n; a rellenar por el Promotor.
2. Segunda página: Responsable del equipo de diseño que va a participar en el proyecto, e integrantes del mismo.
3. Páginas siguientes: Desarrollo de la Propuesta Técnica.

- **Selección de propuestas**

Todas las propuestas presentadas deberán acogerse en forma y contenido a lo solicitado en el presente pliego en sus diversos capítulos. En principio, el

cumplimiento de estos requisitos es suficiente para la aprobación de la propuesta.

## Especificaciones de diseño

**Tabla IX. Características técnicas de la silla de ruedas**

Anchura de Asiento	Entre 21 y 48 cm
Longitud Total de la Silla	Entre 100 y 115 cm
Anchura Total de la Silla	Entre 54 y 64 cm
Anchura Plegada	Máximo 40 cm
Altura Total de la Silla	Entre 95 y 100 cm
Altura Plegada	Mínima
Altura de Asiento	Según Usuario
Longitud de Asiento	Según Usuario
Altura Apoyabrazos	Según Usuario
Peso sin Batería (En eléctricas)	Máximo 50 Kg
Peso Total	Máximo 95 Kg
Capacidad de Carga	Máxima

Fuente: Pag. 236 del Libro de Jorge Alcaide “Diseño de Productos: Métodos y Técnicas”

- **Descripción cualitativa**

Se pretende diseñar una línea de producto juvenil.

Huir de la silla de ruedas como un producto pesado, lleno de tubos. Buscar claridad en el diseño.

Aspecto dinámico, sensación de ligereza y velocidad.

- **Aspectos ergonómicos**

La silla deberá ser adaptable al 90% de la población, en un rango de edades comprendido de 25 años en adelante, en la medida de lo posible.

Se tendrá en cuenta en el diseño del asiento el confort del usuario y los datos suministrados en el informe anexo.

- **Vida de servicio**

El diseño de la silla debe garantizar una vida útil en todos sus componentes de entre 5 y 8 años.

- **Mantenimiento**

Para las sillas de ruedas de propulsión eléctrica se facilitará al máximo el cambio de batería y su recarga, eligiendo en la medida de lo posible un modelo que garantice la máxima autonomía sin exceder un peso de 35 kg.

El proceso de desmontaje de la silla para su plegado o para realizar operaciones de mantenimiento debe ser lo más simple posible, y debe quedar adecuadamente reflejado en el manual de instrucciones del producto.

- **Coste del producto**

El coste límite del producto queda en primer momento sujeto al acuerdo entre el promotor y el equipo de diseño, y se establecerá en función de las características funcionales o de cualquier otro tipo de que vaya a disponer el producto final.

- **Transporte del producto**

El producto será transportado desde las fábricas de la firma promotora hasta almacenes intermedios mediante camiones de medio volumen. Por

cumplimiento tanto de la especificación n°1 (cuadro de dimensiones) como de la especificación n°9 (relativa al tamaño) se asegura una capacidad de transporte satisfactoria para el promotor.

- **Medios de producción**

El promotor dispone de los medios de producción necesarios para la fabricación de un producto base. En caso de que el equipo de diseño introduzca en el producto alguna característica que requiera medios de producción especiales, debe dar constancia de la misma en su propuesta técnica. En un punto de la misma incluirá el equipamiento que requiere dicha característica.

- **Tamaño**

El tamaño de la silla se acogerá en todas sus dimensiones al cuadro de dimensiones aportado en la especificación n°1.

- **Peso**

El peso de la silla se acogerá al cuadro de dimensiones aportado en la especificación n°1.

- **Estética y acabado**

Se buscará una estética que satisfaga las condiciones de la especificación n°2 (descripción cualitativa del producto).

Se recomienda el empleo de colores vivos y alegres, aunque queda a decisión del equipo de diseño las pautas a seguir en la consecución del producto.

Los colores empleados deben constar en un punto de la propuesta técnica basándose en alguna tabla de colores normalizada (por ejemplo, Pantone).

El nivel de acabado vendrá determinado por la elección de materiales y las posibilidades técnicas del promotor. Aun así, el equipo de diseño puede aportar en su propuesta técnica las sugerencias que considere oportunas en función de su interpretación del diseño.

- **Materiales**

**Estructura:**

Los materiales a emplear deben ser fundamentalmente resistentes y ligeros. Deben soportar condiciones ambientales adversas y ser resistentes a la corrosión por oxidación.

**Asiento:**

Los materiales empleados en el asiento deben garantizar la comodidad del usuario y su duración para el tiempo de vida útil fijado en la especificación nº4.

- **Normativa**

El diseño de la silla debe acogerse en todos sus aspectos a la normativa existente sobre el producto y principalmente a los documentos que se detallan a continuación.

UNE 111-913: 1991

Sillas de ruedas. Nomenclatura. Términos y definiciones.



UNE 111-914/1: 1991.

Sillas de ruedas. Parte 1. Determinación de la estabilidad estática.

UNE 111-914/5: 1991.

Sillas de ruedas. Parte 5: Determinación de las dimensiones totales, de la masa y de la superficie de giro.

UNE 111-915: 1991.

Sillas de ruedas. Dimensiones totales máximas.

UNE 11-916: 1991.

Sillas de ruedas. Clasificación por tipos a partir de las características de aspecto.

- **Tiempos**

El desarrollo del proyecto deberá cumplir con los plazos estipulados por el promotor, y que se detallan a continuación:

La fecha de cada entrega se fija durante el curso, y se dejarán en principio dos semanas para cada una de las dos primeras entregas, tres para la tercera y hasta la fecha fijada para el examen de la asignatura para la última entrega.

La fecha de entrega del proyecto se fijará durante el desarrollo del mismo.

El promotor podrá pactar con el equipo de diseño las variaciones en el calendario que considere oportunas.

- **Seguridad**

La seguridad es un factor muy importante en este tipo de productos. Se deberá tener en cuenta la normativa vigente, que a todos los efectos actúa como especificación en este punto.

Por otra parte, se realizará el estudio preliminar de un sistema de anclaje de la silla para su uso en transporte público.

- **Documentación**

El producto deberá adjuntar un manual de instrucciones en el que se detallen:

- a. Especificaciones técnicas del producto
- b. Despiece del producto
- c. Instrucciones de montaje y desmontaje
- d. Recomendaciones de mantenimiento

### **Información sobre el producto**

Una silla de ruedas debe tener como objetivo permitir al usuario la máxima funcionalidad, comodidad y movilidad. Para cumplir con este objetivo, la silla debe estar pensada para ajustarse a la persona, no es la persona la que debe amoldarse a su silla. Si se escoge una silla de ruedas no apropiada, puede resultar incomoda o por ejemplo tener un asiento en el que el usuario resbale hacia delante o se incline hacia un lado.

- **Factores que afectan a la movilidad (rozamiento)**

Cuando mayor sea el rozamiento, la resistencia a rodar de la silla será superior y por lo tanto el usuario requerirá mayor energía para su propulsión.

A continuación se presentan los factores que afectan a la facilidad para rodar los de las sillas de ruedas:

- La distribución del peso entre las ruedas delantera y trasera.
- El terreno sobre el que la silla va a ser utilizada.
- Tamaño y composición de las ruedas.
- Tamaño de las ruedas delanteras.
- Centro de gravedad de la silla.
- Angulo de las ruedas traseras.

### **Factores que afectan a la propulsión**

El montaje de la silla de ruedas debe procurar una propulsión eficaz junto con un gasto mínimo de energía. Cada usuario debido a sus circunstancias personales tiene una capacidad de propulsión distinta y a veces limitada. Por eso es importante tener en cuenta los siguientes factores importantes que permitirá buscar la composición de silla que cada usuario necesita, para poder optimizar la propulsión dentro de sus posibilidades.

- **Altura y posición de las ruedas**

Para lograr una propulsión más eficaz, las ruedas traseras deben estar situadas de forma que el usuario con el hombro relajado y dejando caer el brazo estirado, pueda tocar con la punta de los dedos el eje de la rueda trasera.

- **Tamaño de la rueda**

La rueda trasera más pequeña permite aplicar menor esfuerzo para propulsarla, pero también realiza un recorrido más corto. Se suelen utilizar ruedas inferiores a 600 mm (24") en usuarios con dificultad de movimiento en los hombros o columna quifótica.

- **Distancia entre ejes**

Una distancia larga entre ejes trasero y delantero permitirá mantener un rumbo más recto, pero también las ruedas recorren mayor distancia por lo que es necesaria más energía para su propulsión.

- **Angulo de la rueda**

La propulsión óptima se realiza con las ruedas traseras paralelas al asiento. De esta forma la distancia de los brazos al cuerpo es la adecuada para aplicar la energía necesaria para la propulsión correcta.

### **La postura en la silla de ruedas**

Una silla de ruedas únicamente resulta útil para su usuario si le proporciona comodidad y una base de asiento estable que le permita:

- Conseguir la máxima capacidad funcional con el mínimo gasto de energía.

A continuación analizaremos los distintos factores de los que depende que el usuario pueda adoptar en su silla la postura correcta para conseguir estos objetivos.

- **Tamaño del asiento**

Asegura la estabilidad optimizando la zona del cuerpo del usuario en contacto con la base del soporte. También procura alivio de la presión al distribuir de manera uniforme el peso del usuario en la mayor superficie posible.

- **Forma y ángulo del asiento**

El asiento debe ser firme y estar nivelado. Una tapicería de asiento hundida provocará que el usuario se siente de manera asimétrica haciendo que los muslos y las rodillas se empujen.

- **Soporte para los pies**

Una vez establecido el ángulo de la cadera en 90°, la mayoría de las personas se sentirá cómoda si las rodillas se encuentran también en un ángulo de 90°.

- **Altura del respaldo**

El respaldo debe ser lo bastante alto como para estabilizar la región lumbar superior.

- **Forma del respaldo y ángulo**

La mayoría de usuarios se sentirán cómodos con un respaldo que dé adecuado soporte a la región lumbar. La forma, junto con un ángulo de inclinación adecuado, proporciona apoyo y equilibrio a la parte superior del cuerpo.

### **Medidas necesarias para el correcto diseño de una silla de ruedas**

- **Anchura pélvica**

De esta forma de medidas dependerá:

- **Acceso a las ruedas:** Un asiento demasiado ancho dificultará el acceso del paciente para propulsar la silla y aumentará innecesariamente la anchura total de la silla, dificultando su entrada en interiores.
- **Crecimiento:** Si queremos que el niño crezca sin deformidades en la silla, debemos acoplar un sistema especial, que le posicione correctamente y le proporcione un soporte extra en los laterales.
- **Longitud del muslo**

De esta toma de medidas dependerá:

- Distribución de la presión. A mayor superficie de apoyo, mayor distribución del peso.
- Posición pélvica y estabilidad. A mayor superficie de apoyo, mayor base de estabilidad.
- Longitud total de la Silla y Maniobrabilidad
- **Longitud de la pantorrilla**

De esta medida dependen:

- La distribución de la presión: Un 19% de peso del cuerpo en sedestación se distribuye en los pies.

## Estado de la técnica

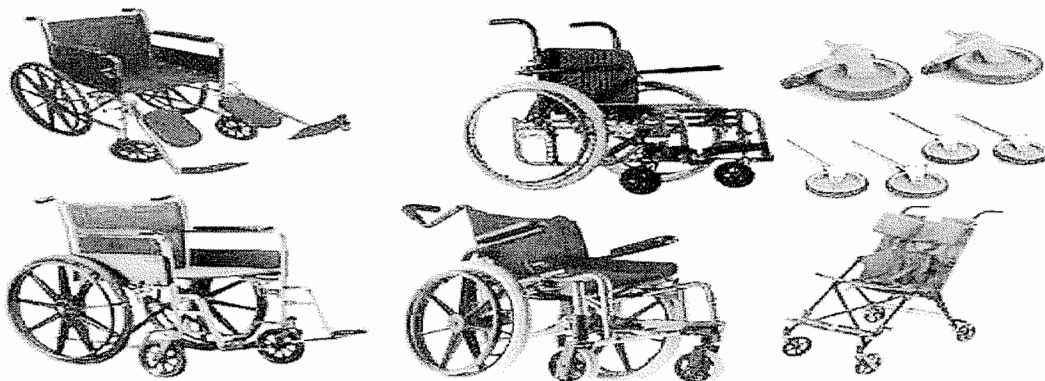
Se muestran a continuación algunos modelos de diferentes sillas de ruedas, para formar una idea de las propuestas que ofrece el mercado. Nuevamente se insiste en la necesidad de estudiar en profundidad al sector al que pertenece el producto que se va a desarrollar, como paso previo para un buen diseño conceptual.

**Figura 32. Silla de ruedas**



Fuente: <http://www.terapia-ocupacional.com/imagenes/silladeruedas.jpg>

**Figura 33. Sillas de ruedas**



Fuente: <http://www.medicalart.com.mx/images/prod/prod/nuevo/1sillas-de-ruedas.jpg>

## 3.6 Práctica 5 (Secuencia de Prioridades)

### 3.6.1 Objetivo de la práctica

- Que el estudiante pueda establecer las principales prioridades competitivas en el desarrollo de productos o servicios
- Que el estudiante adquiera la habilidad necesaria para poder identificar cual de los métodos de priorización se aplica a las diferentes situaciones.
- Enfatizar al estudiante a que conozca y comprenda las diferentes reglas de prioridad y el significado de cada una de sus siglas así como lo que buscan implantar.
- Enfatizar al estudiante a que comprenda la importancia de los costos en el desarrollo de los modelos de priorización.
- Comprender y aplicar las reglas que se adaptan a un sistema y cuyo fin primordial es el control de dichos sistemas en ejecución.
- Comprender los diferentes criterios que se deben tomar en cuenta para utilizar los modelos de priorización.
- Brindarle al estudiante las diferentes herramientas para la resolución de los diferentes métodos de secuencia de prioridades.



### 3.6.2 Marco teórico

#### Secuencia de prioridades

Cuando los trabajos compiten por la capacidad de un centro de trabajo, ¿Cuál es el trabajo que debe procesarse en seguida? Las reglas de la secuencia de prioridades se aplican a todos los trabajos que esperan en la cola. Entonces, cuando el centro de trabajo queda abierto para un nuevo trabajo, se procesará en seguida aquel que tiene la más alta prioridad.

Se dispone de muchas reglas de diferente secuencia, tal como se verá en seguida, y las preguntas lógicas son:

- ¿Cuál es la que se debe seleccionar?
- ¿Cuál es la diferencia entre ellas?

La selección que se hace es importante porque una regla de secuencia que funciona bien en una dimensión (por ejemplo en la reducción de inventarios), quizá no funcione en otra dimensión (como la minimización de los costos de comienzo de la producción). Algunos criterios más importantes son los siguientes;

- Costos de comienzo
- Costos de inventarios de productos en proceso
- Porcentaje de demora en los trabajos
- Porcentaje de trabajos demorados tarde
- Retraso promedio en los trabajos
- Desviación estándar del retraso en los trabajos
- Número promedio de trabajos que esperan

- Tiempo promedio de la terminación de trabajos
- Desviación estándar del tiempo de terminación de los trabajos

Tres de los criterios (costos de comienzo, costos de inventarios de productos en proceso y tiempo ocioso en la estación) están relacionados sobre todo con la eficiencia interna de las instalaciones. Mientras estos tres se minimizan sin poner en riesgo el servicio a clientes, se utilizarán mejor los recursos limitados y aumentarán las probabilidades de mejorar la rentabilidad.

Tres de los criterios (porcentaje de trabajos demorados, retraso promedio en los trabajos y la variación del retraso de los trabajos) están más orientados al cliente o al servicio que hacia el interior, a tal grado que mientras más crecen estos criterios, el servicio a los clientes se deteriora más.

Las siguientes reglas son representativas de las muchas que se utilizan actualmente en los sectores industriales de la manufactura y de los servicios:

## **PEPS**

Este método se basa en la suposición de que las primeras unidades en entrar al almacén o la producción serán las primeras en salir razón por la cual al finalizar el periodo contable las existencias quedan valuadas a los últimos precios de costo de adquisición o producción por lo que el inventario final que aprese en el balance general quedara valuado prácticamente a costos actuales o muy cercanos a los costos de reposición por otra parte el costo de ventas quedara valuado a los costos del inventario inicial y a los de las primeras compras del ejercicio por lo que el importe que aparecerá en el estado de resultados será obsoleto o no actualizado.

## **UEPS**

Este método se basa en la suposición de que las últimas unidades en entrar al almacén o la producción serán las primeras en salir. El objetivo del método consiste en determinar el cambio ocurrido realmente en el número de unidades disponibles por grupo o segmento de inventario y valorar estas unidades al precio adecuado. Como el inventario original es la base de la cual se registran los cambios el inventario final de cada período se valorarán de acuerdo con los precios del año base y los precios de los diferentes extractos que lo conforman.

## **Fecha más próxima de terminación (FMPT)**

La máxima prioridad se asigna al trabajo que espera y que tiene la fecha más próxima de terminación. Esta regla ignora el momento en que llegan los trabajos y el tiempo que cada uno de ellos requiere.

## **Tiempo de proceso más breve (TPMB)**

El trabajo que pueda terminarse en este centro de trabajo en el tiempo más breve, será el siguiente en procesarse. Las fechas límite de los trabajos y el orden de llegada no son importantes.

## **Tiempo de proceso más corto truncado (TPMCT)**

Esta regla es la misma que la anterior, con la excepción de que los trabajos que han esperado más tiempo del corte previamente fijado reciben la máxima prioridad y se procesan en seguida.

## TPM

Es un sistema desarrollado en Japón para eliminar pérdidas, reducir paradas, garantizar la calidad y disminuir costes en las empresas con procesos continuos. La sigla TPM fue registrada por el JIPM ("Instituto Japonés de Mantenimiento de Planta"). La T, de Total significa, la implicación de todos los empleados. El objetivo del TPM es lograr cero accidentes, defectos y averías.

### 3.6.3 Marco práctico

#### Ejemplo de aplicación 1

Para fabricar un producto plástico en este caso canastas de una determinada medida se lleva 23 minutos por canasta y la jornada de trabajo es ordinaria diurna con el descanso de ley de 1 hora, y para la fecha limite se considera una holgura máxima del 25% para las dos primeras ordenes, no hay holgura en las ordenes 3 y 4 y del 40% para las restantes.

**Tabla X. Secuencia de órdenes**

Secuencia de ordenes	Pedidos (docena)	Tiempo por unidad (min)
A	20	23
B	15	23
C	22	23
D	12	23
E	10	23
F	18	23

#### **Resolución**

**Tabla XI. Secuencia de órdenes y tiempos de fabricación**

Secuencia de ordenes	Pedidos (docena)	Tiempo por unidad (min)	Tiempo de fabricación (min)	Tiempo de fabricación (hora)	Fecha límite de terminación
A	20	23	5520	92.00	115
B	15	23	4140	69.00	86
C	22	23	6072	101.20	101
D	12	23	3312	55.20	55
E	10	23	2760	46.00	64
F	18	23	4968	82.80	115

**Formulas**

**Tiempo de fabricación (min):** (pedido) \* (tiempo unidad) \* (12 unidades/día)

**T.F. A:** 20 docenas \* 23 min \* 12 unidades/día = **5520 min**

:

**T.F. F:** 18 docenas \* 23 min \* 12 unidades/día = **4968 min**

**Tiempo de fabricación (hora):** (tiempo de fabricación (min)) / 60 min

**T.F. A:** 5520 min/ 60 min = **92.00 horas**

:

**T.F. F:** 4968 min/ 60 min = **82.80 horas**

**Fecha límite de terminación:** (tiempo de fabricación (hora)) \* (1+holgura)

**F.L.T. A:** 92.00 horas \* (1 + 0.25) = **115 horas**

:

**F.L.T. F:** 82.80 horas \* (1 + 0.40) = **115.92 = 116 horas**

**Tabla XII. Tiempo de operación y tiempo de flujo de la orden**

Secuencia de ordenes	Tiempo de operación de la orden	Tiempo de flujo de la orden	Fecha límite de terminación de la orden
A	13.14	13.14	16.43
B	9.86	23.00	12.32
C	14.46	37.46	14.46
D	7.89	45.35	7.89
E	6.57	51.92	9.20
F	11.83	63.75	16.56

**Nota:** Se trabaja una jornada ordinaria diurna con el descanso de ley de 1 hora, por lo que se trabajan 7 horas diarias.

**Fórmulas**

**Tiempo de operación de la orden:**  $\frac{\text{tiempo de fabricación (horas)}}{7 \text{ horas al día}}$

**T.O.O. A:**  $\frac{92.00}{7.00} = 13.1429 = 13.14 \text{ horas por orden}$

:

**T.O.O. F:**  $\frac{82.80}{7.00} = 11.8286 = 11.83 \text{ horas por orden}$

**Tiempo de flujo de la orden:**

**T.F.O. A:** 13.14

**T.F.O. B:**  $13.14 + 9.86 = 23 \text{ horas}$

:

**T.F.O. F:**  $51.92 + 11.83 = 63.75 \text{ horas}$

**Fecha límite de terminación de la orden:**  $\frac{\text{fecha límite de terminación}}{7 \text{ horas al día}} =$

F.L.T.O. A:  $\frac{115.00}{7.00} = 16.4286 = 16.42$  horas

:

F.L.T.O. F:  $\frac{115.92}{7.00} = 16.56 = 16.56$  horas

**PEPS (PRIMERO EN ENTRAR PRIMERO EN SALIR)**

**Tabla XIII. Datos método PEPS**

Secuencia de ordenes	Tiempo de operación de la orden	Tiempo de flujo de la orden	Fecha límite de terminación de la orden
A	13.14	13.14	16.43
B	9.86	23.00	12.32
C	14.46	37.46	14.46
D	7.89	45.35	7.89
E	6.57	51.92	9.20
F	11.83	63.75	16.56

1. **Tiempo de terminación de la orden:** 63.75 día
2. **Tiempo promedio de terminación:**

Se suma la columna de tiempo de flujo de la orden y se divide dentro del número de órdenes.

**Tabla XIV. Tiempo promedio de terminación método PEPS**

Tiempo de flujo
13.14
23.00
37.46
45.35
51.92
63.75
<b><math>\Sigma(234.62)</math></b>

**Tiempo promedio de terminación:**  $\frac{234.62}{6.00} = 39.10$  días

### 3. Número promedio de órdenes en el sistema

Se toma el número de órdenes y se multiplica por el tiempo de operación, disminuyendo cada orden sucesivamente y al tener operadas todas las ordenes se divide dentro del tiempo de terminación de la orden.

**Tabla XV. Número promedio de órdenes en el sistema método PEPS**

Órdenes	Tiempo de operación	
6	13.14	78.84
5	9.86	49.30
4	14.46	57.84
3	7.89	23.67
2	6.57	13.14
1	11.83	11.83
		<b>Σ(234.62)</b>

Número promedio de órdenes en el sistema:  $\frac{234.62}{63.75} = 3.68$  órdenes

### 4. Retraso promedio en las órdenes de trabajo

Se toma el tiempo de flujo de la orden y se resta la fecha límite de terminación de la orden, siempre y cuando el tiempo de flujo de la orden sea mayor que la fecha límite, de lo contrario es automáticamente "0", se suman y se divide dentro de la cantidad de órdenes

**Tabla XVI. Retraso promedio en las órdenes de trabajo método PEPS**

Tiempo de flujo de la orden	Fecha límite de terminación de la orden	Tiempo de flujo – fecha límite
13.14	16.43	0.00
23.00	12.32	10.68
37.46	14.46	23.00
45.35	7.89	37.46
51.92	9.20	42.72
63.75	16.56	47.19
		<b>Σ(161.06)</b>



Retraso promedio en las órdenes de trabajo:  $\frac{161.06}{6.00} = 26.84$  días

**UEPS (ULTIMO EN ENTRAR PRIMERO EN SALIR)**

**Tabla XVII. Datos método UEPS**

Secuencia de ordenes	Tiempo de operación de la orden	Tiempo de flujo de la orden	Fecha límite de terminación de la orden
F	11.83	11.83	16.56
E	6.57	18.40	9.20
D	7.89	26.29	7.89
C	14.46	40.75	16.46
B	9.86	50.61	12.32
A	13.14	63.75	16.43

1. **Tiempo de terminación de la orden:** 63.75 día

2. **Tiempo promedio de terminación:**

Se suma la columna de tiempo de flujo de la orden y se divide dentro del número de órdenes.

**Tabla XVIII. Tiempo promedio de terminación método UEPS**

Tiempo de flujo
11.83
18.40
26.29
40.75
50.61
63.75
$\Sigma(211.63)$

Tiempo promedio de terminación:  $\frac{211.63}{6.00} = 35.27$  días

### 3. Número promedio de órdenes en el sistema

Se toma el número de órdenes y se multiplica por el tiempo de operación, disminuyendo cada orden sucesivamente y al tener operadas todas las órdenes se divide dentro del tiempo de terminación de la orden.

**Tabla XIX. Número promedio de órdenes en el sistema método UEPS**

Órdenes	Tiempo de operación	
6	11.83	70.98
5	6.57	32.85
4	7.89	31.56
3	14.46	43.38
2	9.86	19.72
1	13.14	13.14
		<b>Σ(211.63)</b>

Número promedio de órdenes en el sistema:  $\frac{211.63}{63.75} = 3.32$  órdenes

### 4. Retraso promedio en las órdenes de trabajo

Se toma el tiempo de flujo de la orden y se resta la fecha límite de terminación de la orden, siempre y cuando el tiempo de flujo de la orden sea mayor que la fecha límite, de lo contrario es automáticamente "0", se suman y se divide dentro de la cantidad de órdenes

**Tabla XX. Retraso promedio en las órdenes de trabajo método UEPS**

Tiempo de flujo de la orden	Fecha límite de terminación de la orden	Tiempo de flujo – fecha límite
11.83	16.56	0.00
18.40	9.20	9.20
26.29	7.89	18.40
40.75	16.46	24.29
50.61	12.32	38.29
63.75	16.43	47.32
		<b>Σ(137.50)</b>

Retraso promedio en las órdenes de trabajo:  $\frac{137.50}{6.00} = 22.92$  días

### FMPT (FECHA MAS PROXIMA DE TERMINACIÓN)

Se basa en la columna de fecha límite de terminación y se ordena de menor a mayor.

**Tabla XXI. Datos método FMPT**

Secuencia de ordenes	Tiempo de operación de la orden	Tiempo de flujo de la orden	Fecha límite de terminación de la orden
D	7.89	7.89	7.89
E	6.57	14.46	9.20
B	9.86	24.32	12.32
C	14.46	38.78	14.46
A	13.14	51.92	16.43
F	11.83	63.75	16.56

1. **Tiempo de terminación de la orden:** 63.75 día
2. **Tiempo promedio de terminación:**

Se suma la columna de tiempo de flujo de la orden y se divide dentro del número de órdenes.

**Tabla XXII. Tiempo promedio de terminación método FMPT**

Tiempo de flujo
7.89
14.46
24.32
38.78
51.92
63.75
$\Sigma(201.12)$

Tiempo promedio de terminación:  $\frac{201.12}{6.00} = 33.52$  días

### 3. Número promedio de órdenes en el sistema

Se toma el número de órdenes y se multiplica por el tiempo de operación, disminuyendo cada orden sucesivamente y al tener operadas todas las órdenes se divide dentro del tiempo de terminación de la orden.

**Tabla XXIII. Número promedio de órdenes en el sistema método FMPT**

Órdenes	Tiempo de operación	
6	7.89	47.34
5	6.57	32.85
4	9.86	39.44
3	14.46	43.38
2	13.14	26.28
1	11.83	11.83
		<b>Σ(201.12)</b>

Número promedio de órdenes en el sistema:  $\frac{201.12}{63.75} = 3.15$  órdenes

### 4. Retraso promedio en las órdenes de trabajo

Se toma el tiempo de flujo de la orden y se resta la fecha límite de terminación de la orden, siempre y cuando el tiempo de flujo de la orden sea mayor que la fecha límite, de lo contrario es automáticamente "0", se suman y se divide dentro de la cantidad de órdenes

**Tabla XXIV. Retraso promedio en las órdenes de trabajo método FMPT**

Tiempo de flujo de la orden	Fecha límite de terminación de la orden	Tiempo de flujo – fecha límite
7.89	7.89	0.00
14.46	9.20	5.26
24.32	12.32	12.00
38.78	14.46	24.32
51.92	16.43	35.49
63.75	16.56	47.19
		<b>Σ(124.26)</b>

Retraso promedio en las órdenes de trabajo:  $\frac{124.26}{6.00} = 20.71$  días

**TPMB (TIEMPO DE PROCESO MAS BREVE**

Se basa en la columna del tiempo de operación de la orden y se ordena de menor a mayor.

**Tabla XXV. Datos método TPMB**

Secuencia de ordenes	Tiempo de operación de la orden	Tiempo de flujo de la orden	Fecha limite de terminación de la orden
E	6.57	6.57	9.20
D	7.89	14.46	7.89
B	9.86	24.32	12.32
F	11.83	36.15	16.56
A	13.14	49.29	16.43
C	14.46	63.75	14.46

1. **Tiempo de terminación de la orden:** 63.75 día
2. **Tiempo promedio de terminación:**

Se suma la columna de tiempo de flujo de la orden y se divide dentro del número de órdenes.

**Tabla XXVI. Tiempo promedio de terminación método TPMB**

Tiempo de flujo
6.57
14.46
24.32
36.15
49.29
63.75
$\Sigma(201.12)$

Tiempo promedio de terminación:  $\frac{194.54}{6.00} = 32.42$  días

### 3. Número promedio de órdenes en el sistema

Se toma el número de órdenes y se multiplica por el tiempo de operación, disminuyendo cada orden sucesivamente y al tener operadas todas las órdenes se divide dentro del tiempo de terminación de la orden.

**Tabla XXVII. Número promedio de órdenes en el sistema método TPMB**

Órdenes	Tiempo de operación	
6	6.57	39.42
5	7.89	39.45
4	9.86	39.44
3	11.83	35.49
2	13.14	26.28
1	14.46	14.46
		<b>Σ(194.54)</b>

Número promedio de órdenes en el sistema:  $\frac{194.54}{63.75} = 3.05$  órdenes

### 4. Retraso promedio en las órdenes de trabajo

Se toma el tiempo de flujo de la orden y se resta la fecha límite de terminación de la orden, siempre y cuando el tiempo de flujo de la orden sea mayor que la fecha límite, de lo contrario es automáticamente "0", se suman y se divide dentro de la cantidad de órdenes

**Tabla XXVIII. Retraso promedio en las órdenes de trabajo método TPMB**

Tiempo de flujo de la orden	Fecha límite de terminación de la orden	Tiempo de flujo – fecha límite
6.57	9.20	0.00
14.46	7.89	6.57
24.32	12.32	12.00
36.15	16.56	19.59
49.29	16.43	32.86
63.75	14.46	49.29
		<b>Σ(120.31)</b>

Retraso promedio en las órdenes de trabajo:  $\frac{120.31}{6.00} = 20.05$  días

### TPMCT (TIEMPO DE PROCESO MÁS CORTO TRUNCADO)

Se toma tiempo de operación menos fecha límite de terminación y luego en base a ese resultado como referencia se ordena de menor a mayor, cuando hay dos valores iguales se toma en base al tiempo de operación.

**Tabla XXIX. Datos método TPMCT 1**

Secuencia ordenes	Tiempo de operación de la orden	Tiempo de flujo de la orden	Fecha límite de terminación de la orden	Diferencia
A	13.14		16	-2.86
B	9.86		12	-2.14
C	14.46		14	0.46
D	7.89		8	-0.11
E	6.57		9	-2.43
F	11.83		17	-5.17

**Tabla XXX. Datos método TPMCT 1.1**

Secuencia de ordenes	Tiempo de operación de la orden	Tiempo de flujo de la orden	Fecha límite de terminación de la orden
F	11.83	11.83	16.56
A	13.14	24.97	16.43
E	6.57	31.54	9.20
B	9.86	41.40	12.32
D	7.89	49.29	7.89
C	14.46	63.75	14.46

1. **Tiempo de terminación de la orden:** 63.75 día
2. **Tiempo promedio de terminación:**

Se suma la columna de tiempo de flujo de la orden y se divide dentro del número de órdenes.

**Tabla XXXI. Tiempo promedio de terminación método TPMCT**

Tiempo de flujo
11.83
24.97
31.54
41.40
55.86
63.75
$\Sigma(229.35)$

**Tiempo promedio de terminación:**  $\frac{229.35}{6.00} = 38.23$  días

**3. Número promedio de ordenes en el sistema**

Se toma el número de órdenes y se multiplica por el tiempo de operación, disminuyendo cada orden sucesivamente y al tener operadas todas las órdenes se divide dentro del tiempo de terminación de la orden.

**Tabla XXXII. Número promedio de órdenes en el sistema método TPMCT**

Ordenes	Tiempo de operación	
6	11.83	70.98
5	13.14	65.70
4	6.57	26.28
3	9.86	29.58
2	14.46	28.92
1	7.89	7.89
		$\Sigma(229.35)$

**Número promedio de órdenes en el sistema:**  $\frac{229.35}{63.75} = 3.60$  órdenes



#### 4. Retraso promedio en las órdenes de trabajo

Se toma el tiempo de flujo de la orden y se resta la fecha límite de terminación de la orden, siempre y cuando el tiempo de flujo de la orden sea mayor que la fecha límite, de lo contrario es automáticamente "0", se suman y se divide dentro de la cantidad de órdenes

**Tabla XXXIII. Retraso promedio en órdenes de trabajo método TPMCT**

Tiempo de flujo de la orden	Fecha límite de terminación de la orden	Tiempo de flujo – fecha límite
11.83	16.56	0.00
24.97	16.43	8.54
31.54	9.20	22.34
41.40	12.32	29.08
55.86	14.46	41.40
63.75	7.89	55.86
		<b>Σ(157.22)</b>

Retraso promedio en las órdenes de trabajo:  $\frac{157.22}{6.00} = 26.20$  días

#### TPM (TIEMPO DE PROCESO MÍNIMO)

Se toma fecha límite de terminación menos tiempo de operación de la orden y luego en base a ese resultado como referencia se ordena de menor a mayor, cuando hay dos valores iguales se toman en base al tiempo de operación.

**Tabla XXXIV. Datos método TPM 1**

Secuencia ordenes	Tiempo de operación de la orden	Tiempo de flujo de la orden	Fecha límite de terminación de la orden	Diferencia
A	13.14		16.43	3.29
B	9.86		12.32	2.46
C	14.46		14.46	0.00
D	7.89		7.89	0.00
E	6.57		9.20	2.63
F	11.83		16.56	4.73

**Tabla XXXV. Datos método TPM 1.1**

Secuencia de ordenes	Tiempo de operación de la orden	Tiempo de flujo de la orden	Fecha límite de terminación de la orden
D	7.89	7.89	16.56
C	14.46	22.35	14.46
B	9.86	32.21	12.32
E	6.57	38.78	9.20
A	13.14	51.92	16.43
F	11.83	63.75	16.56

1. **Tiempo de terminación de la orden:** 63.75 día
2. **Tiempo promedio de terminación:**

Se suma la columna de tiempo de flujo de la orden y se divide dentro del número de órdenes.

**Tabla XXXVI. Tiempo promedio de terminación método TPM**

Tiempo de flujo
7.89
22.35
32.21
38.78
51.92
63.75
$\Sigma(216.90)$

**Tiempo promedio de terminación:**  $\frac{216.90}{6.00} = 36.15$  días

3. **Número promedio de órdenes en el sistema**

Se toma el número de órdenes y se multiplica por el tiempo de operación, disminuyendo cada orden sucesivamente y al tener operadas todas las órdenes se divide dentro del tiempo de terminación de la orden.

**Tabla XXXVII. Número promedio de órdenes en el sistema método TPM**

Ordenes	Tiempo de operación	
6	7.89	47.34
5	14.46	72.30
4	9.86	39.44
3	6.57	19.71
2	13.14	26.28
1	11.83	11.83
		<b>Σ(216.90)</b>

**Número promedio de órdenes en el sistema:**  $\frac{216.90}{63.75} = 3.60$  órdenes

#### 4. Retraso promedio en las órdenes de trabajo

Se toma el tiempo de flujo de la orden y se resta la fecha límite de terminación de la orden, siempre y cuando el tiempo de flujo de la orden sea mayor que la fecha límite, de lo contrario es automáticamente "0", se suman y se divide dentro de la cantidad de órdenes

**Tabla XXXVIII. Retraso promedio en las órdenes de trabajo método TPM**

Tiempo de flujo de la orden	Fecha límite de terminación de la orden	Tiempo de flujo – fecha límite
7.89	7.89	0.00
22.35	14.46	7.89
32.21	12.32	19.89
38.78	9.20	29.58
51.92	16.43	35.49
63.75	16.56	47.19
		<b>Σ(140.04)</b>

**Retraso promedio en las órdenes de trabajo:**  $\frac{140.04}{6.00} = 23.34$  días

## RESUMEN

**Tabla XXXIX. Resumen métodos secuencia de prioridades**

Método	Tiempo de terminación de la orden	Tiempo promedio de terminación	No. promedio de ordenes en el sistema	Retraso promedio	Secuencia de ordenes
PEPS	63.75	39.10	3.68	26.84	A,B,C,D,E,F
UEPS	63.75	35.27	3.32	22.92	F,E,D,C,B,A
FMPT	63.75	33.52	3.15	20.71	D,E,B,C,A,F
TPMB	63.75	32.42	3.05	20.05	E,D,B,F,A,C
TPMCT	63.75	38.23	3.60	26.20	F,A,E,B,C,D
TPM	63.75	36.15	3.40	23.34	C,D,B,E,A,F

1. **Se cubrirán todas las ordenes en: 63.75 días**

2. **Tiempo promedio de terminación:**

Se suman todos los tiempos promedio de terminación y se dividen dentro de la cantidad de métodos trabajados, y luego se toma el método mas cercano al tiempo promedio de terminación.

$$\text{T.P.T.: } \frac{39.10 + 35.27 + 33.52 + 32.42 + 38.23 + 36.15}{6} = 35.78 \text{ Días}$$

R// **El método más cercano es el UEPS**

3. **Número de órdenes promedio en el sistema:**

Se toma la de menor tiempo

R// **3.05 Método TPMB**

#### 4. Retraso promedio

Se considera el promedio de las holguras

$$\text{R.P.: } \frac{25 + 0 + 40}{3} = 21.67$$

R// El método más cercano es el FMPT

#### 5. Conclusión analítica

Determinando la importancia que se le quiera dar a cada factor es la forma común de tomar la decisión.

#### 6. Conclusión tradicional

Tomando el menor valor en cada factor, así:

**Tiempo promedio de terminación: 35.27 días (UEPS)**

**Número promedio de órdenes en el sistema: 3.05 órdenes (TPMB)**

**Retraso promedio: 20.71 días (FMPT)**

### 3.7 Práctica 6 (Valor del Diseño)

#### 3.7.1 Objetivo de la práctica

- Que el estudiante aprenda a balancear las líneas de producción trabajando en base al operario más lento para determinar el ritmo de producción de la línea.
- Determinar en base al análisis del valor del diseño si la utilidad que presenta mayor beneficio es la producción real o la producción esperada por las empresas.
- Brindarle al estudiante las herramientas y formulas necesarias para que puedan realizar todo el análisis del valor del diseño y comprendan los beneficios de realizarlo.
- Que el estudiante adquiera la capacidad para realizar los cálculos de Mano de Obra Directa, Mano de Obra Indirecta y los gastos administrativos en la realización del valor del diseño.
- Que el estudiante desarrolle la habilidad necesaria para determinar el punto donde los ingresos totales y los gastos totales son iguales, es decir que no existe perdida ni ganancia.
- Enfatizar al estudiante la importancia de realizar el análisis del valor del diseño para poder determinar el costo por unidad de determinado producto.

### 3.7.2 Marco teórico

El cálculo del valor del diseño es totalmente independiente del costo real, ya que este depende del beneficio. A continuación se presentan los pasos para el análisis del valor del diseño:

#### 1. Balance de líneas

El problema de diseño para encontrar formas para igualar los tiempos de trabajo en todas las estaciones se denomina problema de balanceo de línea.

Deben existir ciertas condiciones para que la producción en línea sea práctica:

- **Cantidad:** El volumen o cantidad de producción debe ser suficiente para cubrir el costo de la preparación de la línea. Esto depende del ritmo de producción y de la duración que tendrá la tarea.
- **Equilibrio:** Los tiempos necesarios para cada operación en línea deben ser aproximadamente iguales.
- **Continuidad:** Deben tomarse precauciones para asegurar un aprovisionamiento continuo del material, piezas, sub-ensambles, etc., y la prevención de fallas de equipo.

Los casos típicos de balanceo de línea de producción son:

- Conocidos los tiempos de las operaciones, determinar el número de operarios necesarios para cada operación.
- Conocido el tiempo de ciclo, minimizar el número de estaciones de trabajo.

- Conocido el número de estaciones de trabajo, asignar elementos de trabajo a la misma.

Para el balance de líneas a efectos del valor del diseño el ritmo de línea se trabajara en base al operario más lento.

## **2. Mano de obra directa**

Es la mano de obra consumida en las áreas que tienen una relación directa con la producción o la prestación de algún servicio. Es la generada por los obreros y operarios calificados de la empresa.

## **3. Mano de obra indirecta**

Es la mano de obra consumida en las áreas administrativas de la empresa que sirven de apoyo a la producción y al comercio. Ej. Secretarias, Vendedores, Contadores, etc.

## **4. Gastos de administración**

Conjunto de erogaciones incurridas en la dirección general de una empresa, en contraste con los gastos de una función más específica, como la de fabricación o la de ventas; no incluye la deducción de los ingresos. Las partidas que se agrupan bajo este rubro varían de acuerdo con la naturaleza del negocio, aunque por regla general, abarcan los sueldos y salarios, los materiales y suministros de oficina, la renta, transporte, publicidad y demás servicios generales de oficina. Gastos normales de carácter corriente para el funcionamiento del sector central.



## 5. Punto de equilibrio

Es aquel punto de actividad (volumen de ventas) donde los ingresos totales y los gastos totales son iguales, es decir no existe ni utilidad ni pérdida, para efecto utilizaremos indistintamente los términos ingresos netos y utilidad neta.

El punto de equilibrio es aquel nivel de producción de bienes en que se igualan los ingresos totales y los costos totales; esto es en donde el ingreso de operación es igual a cero.

### **Tipos de costos:**

#### **Costos fijos:**

Son una función del tiempo no de las ventas y normalmente se establecen mediante un contrato. Requieren del pago de cierta cantidad monetaria en un determinado tiempo. Ejemplos: **sueldos, alquileres, energía eléctrica de administración, agua, depreciaciones.**

#### **Costos variables:**

Varían en relación directa con las ventas y son una función del volumen más que del tiempo. Se identifican plenamente con el producto es decir están en función del volumen de la producción. **Ejemplos: materia prima, mano de obra directa, salarios, pago a destajo, costos de producción, transporte.**

### **Costos semivARIABLES:**

Comparten las características de los costos fijos y los costos variables.  
Ejemplos: comisiones sobre ventas.

A continuación se presentan algunas de las fórmulas básicas para calcular el punto de equilibrio:

a)  $U = (C.F.) / (P.V - V)$ ; Punto de equilibrio en Unidades.

b)  $P.E. = (C.F.) / (1 - (C.V.) / (P.V.))$ ; Punto de equilibrio en Quetzales.

Donde:

V = P.E. unitario

P.V. = Precio de venta/unidad.

C.F. = Costos fijos.

C.V. = Costos variables.

### **6. Días productivos**

Se le conoce como días productivos al tiempo efectivo en el cual los trabajadores efectúan determinada tarea o producción.

### **7. Análisis final**

El análisis final permite determinar el costo por unidad de determinado producto y comparar la producción real con la producción deseada por las empresas,

para poder concluir que opción es la más idónea para obtener mayores beneficios.

### 3.7.3 Marco práctico

#### Ejemplo de aplicación 1

Una empresa se dedica a la elaboración de pantalones y requiere del análisis del Valor del Diseño, para lo cual describe los tiempos de cada estación y demás datos.

La materia prima es llevada hacia la estación 1 donde se realizan los siguientes procesos revisado (15 s), montar manta a panel (10 s), montar cuchillas (23.28 s), cerrar tiro trasero (20 s), seguidamente pasa a la estación 2 donde se marca bolsa trasera izquierda y derecha (25 s), montar bolsa trasera izquierda (22.22 s), montar bolsa trasera derecha (22.22 s), hacer parejas y revisión de delantera trasera (35 s), marcar bolsa delantera derecha e izquierda (30 s), hacer bolsa derecha (20 s), hacer bolsa izquierda (20 s), se monta parte delantera con parte trasera del pantalón (15.014 s), se une hilo la parte trasera con la delantera (23 s). Después pasa a estación 3 donde se cose el ruedo de ambas piernas (40 s), se coloca el zipper (60 s), se colocan los sujetadores del cincho (65 s), se coloca remaches (26.10 s), se procede a colocar etiqueta interna (25 s), se hace una revisión interna y externa al pantalón (35 s), se procede a coser adornos (20 s), después se realiza una inspección parcial para evitar que quedaran hilos sueltos (25 s), procede a realizar un planchado (50 s), y se realiza una inspección final (25 s) y por último el empaquetado (30.024 s).

El salario que devenga la estación 1 es de Q3.00 hr. La estación 2 Q2.50 hr. La estación 3 Q4.90 hr. La línea o estación tiene un incentivo de Q1.00 por

pantalón al cubrir diariamente 1,100 unidades, siendo la jornada de trabajo diurna de lunes a sábado más 5 horas extras cada día de lunes a viernes. Los directivos de la empresa requieren un análisis con la eficiencia real, si en dado caso no se llegara a cubrir la demanda se deberá trabajar con una eficiencia del 75%. Dentro del personal administrativo se cuenta con una secretaria que devenga Q1,500.00 al mes, un contador con Q3,000.00 al mes, estos trabajan una hora extra de lunes a viernes, adicionalmente hay un vendedor que tiene un sueldo base de Q1,500.00 y por cada 100 pantalones vendidos recibe una bonificación de Q50.00, mensualmente vende el 95% de la producción ya que es política de la empresa mantener un 5% en stock por cualquier eventualidad. El costo de publicidad es de Q7,000.00 al mes el precio de venta de cada pantalón es de Q525.00 y el costo de materia prima es de Q100.00 por unidad.

El costo de diseño incluye diseñadores con un costo de Q1,000.00, transporte Q900.00, materiales para prueba Q1,500.00, alquiler de local Q2,000.00, el proyecto se analiza en 4 meses. Se espera una utilidad del 20 % la cual la empresa amortiguara en 6 meses dentro de lo que se esté ganando de los pantalones vendidos. El monto que se requiere para la compra de maquinaria es de Q200,000.00 y se obtendrá por un préstamo bancario que se pagara en 15 años al 20% anual lo que se amortizara en la producción de 2 años.

Si tiene además los siguientes casos: computadores con Q13,000.00 en valor de libros, alquileres varios por Q4,000.00, papelería y útiles por Q525.00, vehículos Q45,000.00 en valor de libros, servicios (agua, energía eléctrica) por Q4,000.00 al mes. Desarrollar el proceso del valor del diseño considerando las alternativas que en caso presenten, tomando en cuenta en el costo del diseño un 10% para transporte, un 15% de imprevistos, un 20% de utilidad y depreciación en los casos de computadora un 33.33% anual, vehículos 20% anual.

**Resolución:**

**Estación 1:**  $15 + 10 + 23.28 + 20 = 68.28 \text{ s}$

**Estación 2:**  $25 + 22.22 + 22.22 + 35 + 30 + 20 + 20 + 15.014 + 23 = 212.454 \text{ s}$

**Estación 3:**  $40 + 60 + 65 + 26.10 + 25 + 35 + 20 + 25 + 50 + 25 + 30.024 = 401.124 \text{ s}$

**1. Balance de Líneas**

**Tabla XL. Balance de Líneas**

Estación	T.E. (min)	T.E.P. (min)	Factor	No. Op.	Operarios	Op. + Lento (T.E./Op.)
1	1.138	6.6854	2.73	3.10	3	0.379
2	3.5409	6.6854	2.73	9.66	10	0.354
3	6.6854	6.6854	2.73	18.23	18	0.3714
	<b>Σ 11.3643</b>	<b>Σ 20.0562</b>				

T.E. = Tiempo estándar

T.E.P. = Tiempo estándar de más larga duración (cuello de botella)

**Eficiencia :**  $\frac{T.E.}{T.E.P.} = \frac{11.3643 \text{ min.}}{20.0562 \text{ min.}} = 0.5666$

**Tiempo de jornada efectiva :** Jornada de Trabajo – Tiempo de Concesiones + Horas Extras.

**T.J.E. :**  $8 \text{ hrs.} - 1 \text{ hr.} + 5 \text{ hrs.} = 12 \text{ hrs.}$

**Tasa de producción :**  $\frac{\text{producción diaria}}{T.J.E. * 60 \text{ min}}$

**T.P.:**  $\frac{1,100 \text{ unidades/día}}{12 \text{ hrs.} * 60 \text{ min.}} = 1.52778 = 1.53 \text{ unidades/min.}$

$$\text{Número de operarios} : \frac{T.P. * T.E.}{E}$$

$$\text{N.O.: } \frac{1.53 \text{ Unidades/min.} * 11.3643 \text{ min.}}{0.5666} = 30.6872 = \mathbf{31 \text{ operarios}}$$

$$\text{Factor: } \frac{T.P.}{E} = \frac{1.53 \text{ unidades/min.}}{0.56} = 2.73214 = \mathbf{2.73}$$

### Ritmo de línea

$$\text{R.L. : } \frac{\text{OP} + \text{lento} * 60 \text{ min.}}{\text{Tiempo de operario más Lento}} =$$

$$\text{R.L.: } \frac{3 \text{ operarios} * 60 \text{ min.}}{1.138 \text{ min.}} = \mathbf{158.172 \text{ unidades/hora}}$$

$$\text{R.L.: } \frac{158.172 \text{ Unidades}}{\text{hora}} * \frac{12 \text{ hora}}{\text{día}} = 1898.06 = \mathbf{1898 \text{ unidades/día}}$$

**Nota:** Si se cumple con la demanda ya que se desean producir 1,100 unidades/día y se producen 1898 Unidades/día.

#### 1. Cálculo de mano de obra directa

**Nota:** Si cubre diariamente durante todo el mes 1100 unidades se paga Q1.00/pantalón esto es Q1,100.00 en el mes y se sumaría al pago mensual de la estación sin olvidar que esto debe multiplicarse por el número de operarios de la estación.

**Tabla XLI. Cálculo de mano de obra directa**

	Días semana	Factor hora extra/ 7	Q/hrs.	Hrs./día	Días/mes	Costo * op. (Q/mes)	Op.	Costo * estación
Estación 1								
Hrs. Normales			Q3.00	8	30	Q720.00	3	Q2,160.00
Hrs Extra	5	0.214285714	Q3.00	5	30	Q482.14	3	Q1,446.43
Incentivo						Q1,100.00	3	Q3,300.00
Total * Estación						Q2,302.14		Q6,906.43
Estación 2								
Hrs. Normales			Q2.50	8	30	Q600.00	10	Q6,000.00
Hrs Extra	5	0.214285714	Q2.50	5	30	Q401.79	10	Q4,017.86
Incentivo						Q1,100.00	10	Q11,000.00
Total * Estación						Q2,101.79		Q21,017.86
Estación 3								
Hrs. Normales			Q4.90	8	30	Q1,176.00	18	Q21,168.00
Hrs Extra	5	0.214285714	Q4.90	5	30	Q787.50	18	Q14,175.00
Incentivo						Q1,100.00	18	Q19,800.00
Total * Estación						Q3,063.50		Q55,143.00
Total de C.M.O.D								Q83,067.29

***Fórmulas***

**Cálculo de hrs. normales \* estación:**

**Costo \* operario (Q/mes):** (salario Q/hrs)\*(no. hrs/día)\*(no. días/mes)

**Costo \* estación:** (costo \* operario (Q/mes)) \*(no. operarios)

### Cálculo de hrs. extra \* estación:

**Costo \* operario (Q/mes):** (días \* semana) \* (factor hora extra/7) \* (salario Q/hrs)\*(no. hrs/día)\*(no. días/mes)

**Costo \* estación:** (costo \* operario (Q/mes))\*(no. operarios)

**Total \* estación:** (costo \* estación hrs. normales) + (costo \* estación horas extra) + (costo \* estación incentivo)

**Total de costo de mano de obra directa:**  $\Sigma$ (total \* estación)

**Nota:** El factor de Horas Extra/7 es el valor proporcional a lo que gana el operario por hora extra por día.

## 2. Cálculo de mano de obra indirecta

**Tabla XLII. Cálculo de mano de obra indirecta**

	Días semana	Factor horas extra /7	Hrs/día	Días/mes	Q/hrs.	Costo * (Q/mes)	
Secretaria							
Hrs. Normales			8	30	Q6.25	Q15,000.00	
Hrs. Extras	5	0.214285714	1	30	Q6.25	Q200.89	
Total						Q1,700.89	
Contador							
Hrs. Normales			8	30	Q12.50	Q3,000.00	
Hrs. Extras	5	0.214285714	1	30	Q12.50	Q401.79	
Total						Q3,401.7	
	Prod.	Días/mes	Producción (mes) * 95%	Cantidad vendida	Valor de comisión	Costo * (Q/mes)	Costo total (Q/mes)
Vendedor						Q,1500.00	
Comisiones Producidas Deseadas	1100	26	27170	100	Q50.00	Q13,585.00	Q15,085.00
Comisiones Producidas Real	1898	26	46880.60	100	Q50.00	Q23,440.30	Q24,940.30



## Fórmulas

### Total de costo de mano de obra indirecta producción deseada:

**C.M.O.I. prod. deseada:** total secretaria + total contador + total vendedor

**C.M.O.I. prod. deseada:** Q1,700.89 + Q3,401.70 + Q15,085.00 = **Q20,187.68**

### Total de costo de mano de obra indirecta producción real:

**C.M.O.I. prod. real:** total secretaria + total contador + total vendedor

**C.M.O.I. prod. real:** Q1,700.89 + Q3,401.70 + Q24,940.30 = **Q30,042.98**

### Cálculo de horas normales

**Costo \* (Q/mes):** (no. hrs/día)\*(no. días/mes)\*(salario Q/hrs)

### Cálculo de horas extras

**Costo \* (Q/mes):** (días \* semana) \* (factor hora extra/7) \*\* (no. hrs/día)\*(no. días/mes)\*(salario Q/hrs)

### Cálculo de comisiones:

**Producción mensual:** (producción)\*(no. días/mes)

**Producción 95%:** producción mensual \* 95%

**Costo \* comisiones (Q/mes):**  $\frac{\text{producción 95\%}}{\text{cant. vendida}}$  \* valor de la comisión

**Costo total (Q/mes):** (salario Q/mes) + (costo \* comisiones (Q/mes))

### 3. Cálculos de administración

Tabla XLIII. Cálculo de costo del diseño

	Costo del diseño (mensual)	Costo del diseño (4 meses)
Dibujante	Q1,000.00	Q4,000.00
Transporte	Q900.00	Q3,600.00
Materiales para Pruebas	Q1,500.00	Q6,000.00
Alquiler Local	Q2,000.00	Q8,000.00
<b>Total</b>	<b>Q5,400.00</b>	<b>Q21,600.00</b>

#### Alternativas del costo del diseño

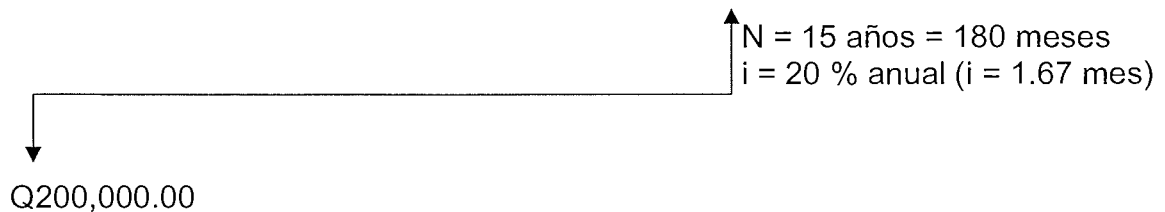
Tabla XLIV. Cálculo de alternativas de costo del diseño

	Porcentaje	Costo del diseño	
Imprevisto	15%	Q21,600.00	Q3,240.00
Transporte	10%	Q21,600.00	Q2,160.00
Utilidad	20%	Q21,600.00	Q4,320
<b>Total</b>			<b>Q9,720.00</b>

**Costo total del diseño:** (costo del diseño) + (costo de alternativas)

**Costo total del diseño:** Q21,600.00 + Q9,720.00 = **Q31,320.00**

#### Renta por préstamo



$$R = P \cdot \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} =$$

$$R = \frac{Q200,000.00(0.0167(0.0167+1)^{180})}{(0.0167+1)^{180} - 1} = \mathbf{Q3,518.47 \text{ mensual}}$$

## Depreciaciones

Computadoras (33% anual = 2,78% mensual)

Depreciación de computadora:  $Q13,000.00 * 0.0278 = Q361.40$

Vehículos (20% anual = 1.67 mensual)

Depreciación de vehículos:  $Q45,000.00 * 0.0167 = Q751.50$

## Resumen de gastos de administración

Tabla XLV. Cálculo de gastos de administración

Gastos administrativos	Q
Servicios	Q4,000.00
Alquileres Varios	Q4,000.00
Papelería y Útiles	Q525.00
Publicidad	Q7,000.00
Renta por Préstamo	Q3518.47
Dep. Computadora	Q361.40
Dep. Vehículo	Q751.50
<b>Total</b>	<b>Q20,156.37</b>

### 4. Análisis del punto de equilibrio

$$P.E. = \frac{\text{Costos fijos}}{\text{Precio de venta} - (\text{Costo de pantalón} + Cvu)} =$$

Precio de venta: Q525.00 cada pantalón

Costo Q/pantalón: Q100.00

### Costos fijos

C.F.:  $\Sigma(\text{Gastos de administración} + \text{M.O.I})$

C.F. Producción real:  $Q20,156.37 + Q30,042.98 = Q50,199.35$

C.F. Producción deseada:  $Q20,156.37 + Q20,187.68 = Q40,344.05$

### Costo variable unitario

Costo variable unitario:  $\frac{\Sigma(\text{M.O.D})}{\text{producción} * \text{no. de días laborados}} =$

Producción real:  $\frac{Q83,067.29}{1,898 \text{ Unidades} * 26 \text{ días}} = Q1.68 \text{ unidad}$

Producción deseada:  $\frac{Q83,067.29}{1,100 \text{ Unidades} * 26 \text{ días}} = Q2.90 \text{ unidad}$

### Punto de equilibrio

P.E. p. real:  $\frac{Q50,199.35}{Q525.00 - (Q100.00 - Q1.68)} = 117.651 = 118 \text{ pantalones}$

P.E. p. des.:  $\frac{Q40,344.05}{Q525.00 - (Q100.00 - Q2.90)} = 94.2838 = 94 \text{ pantalones}$

## 5. Análisis final

**Nota:** (Para dos años según el problema) se carga el valor de herramienta de equipo entre unidades de tiempo. En este punto surgen otras dos opciones las cuales son las de punto de equilibrio.

**Producción real:** 1,898 unidades \* 26 días = 49,348 unidades

**Producción deseada:** 1,100 unidades \* 26 días = 28,600 unidades

### **Producción real**

$$\frac{\text{Monto de préstamo}}{\text{producción} * 2 \text{ años}} = \frac{\text{Q200,000.00}}{49,348 \text{ unidades} * 24 \text{ meses}} = \text{Q0.17 por unidad}$$

### **Producción deseada**

$$\frac{\text{Monto de préstamo}}{\text{producción} * 2 \text{ años}} = \frac{\text{Q200,000.00}}{28,600 \text{ unidades} * 24 \text{ meses}} = \text{Q0.29 por unidad}$$

### ***Cargo de diseño***

### **Producción real**

$$\frac{\text{Costo del diseño}}{\text{producción} * \text{tiempo}} = \frac{\text{Q31,320.00}}{49,348 \text{ unidades} * 6 \text{ meses}} = \text{Q0.11 por unidad}$$

### **Producción deseada**

$$\frac{\text{Costo del diseño}}{\text{producción} * \text{Tiempo}} = \frac{\text{Q31,320.00}}{28,600 \text{ unidades} * 6 \text{ meses}} = \text{Q0.18 por unidad}$$

### **Análisis final de punto de equilibrio**

### **Producción real**

$$\frac{\text{Monto de préstamo}}{\text{producción} * 24 \text{ meses}} = \frac{\text{Q200,000.00}}{118 \text{ pantalones} * 24 \text{ meses}} = \text{Q70.62 por unidad}$$

### Producción deseada

$$\frac{\text{Monto de préstamo}}{\text{producción} * 24 \text{ meses}} = \frac{\text{Q200,000.00}}{94 \text{ pantalones} * 24 \text{ meses}} = \text{Q88.65 por unidad}$$

### Cargo de diseño

### Producción real

$$\frac{\text{Costo del diseño}}{\text{producción} * \text{tiempo}} = \frac{\text{Q31,320.00}}{118 \text{ pantalones} * 6 \text{ meses}} = \text{Q44.24 por unidad}$$

### Producción deseada

$$\frac{\text{Costo del diseño}}{\text{producción} * \text{Tiempo}} = \frac{\text{Q31,320.00}}{94 \text{ pantalones} * 6 \text{ meses}} = \text{Q55.53 por unidad}$$

### Costo por unidad

$$\frac{\text{M.O.D}}{\text{producción.}} + \frac{\text{M.O.I}}{\text{producción.}} + \frac{\Sigma(\text{Gastos de admón})}{\text{producción}} + \text{A. final} + \text{C. de diseño} + \text{M.P.}$$

### Producción real

$$\frac{\text{Q83,067.29}}{49,348} + \frac{\text{Q30,042.98}}{49,348} + \frac{\text{Q20,156.37}}{49,348} + \text{Q0.17} + \text{Q0.11} + \text{Q100.00} = \text{Q102.98}$$

### Producción deseada

$$\frac{\text{Q83,067.29}}{28,600} + \frac{\text{Q20,187.68}}{28,600} + \frac{\text{Q20,156.37}}{28,600} + \text{Q0.29} + \text{Q0.18} + \text{Q100.00} = \text{Q104.79}$$

### Costo por unidad de punto de equilibrio

$$\frac{\text{M.O.D}}{\text{producción.}} + \frac{\text{M.O.I}}{\text{producción.}} + \frac{\Sigma(\text{Gastos de admón})}{\text{producción}} + \text{A. final} + \text{C. de diseño} + \text{M.P.}$$

### Producción real

$$\frac{Q83,067.29}{118} + \frac{Q20,187.68}{118} + \frac{Q20,156.37}{118} + Q70.62 + Q44.24 + Q100.00 =$$

**Q1,260.72**

### Producción deseada

$$\frac{Q83,067.29}{94} + \frac{Q20,187.68}{94} + \frac{Q20,156.37}{94} + Q88.65 + Q55.53 + Q100.00 =$$

**Q1,557.03**

### Beneficio por unidad

**Beneficio por unidad:** precio de venta – costo por unidad

**Tabla XLVI. Cálculo de beneficio por unidad**

Precio de venta	Costo por unidad	Beneficio por unidad
Q525.00	Q102.98	Q422.02
Q525.00	Q104,79	Q420.21
Q525.00	Q1,260.72	-Q735.72
Q525.00	Q1,557.03	-Q1032.03

**Nota:** Para los números negativos no se obtiene utilidad por lo que se descartan esas posibilidades

**Beneficio total:** beneficio por unidad \* no. de unidades

**B. total producción real:**  $Q422.02 * 49,348.00 = Q20,825,842.96$

**B. total producción deseada:**  $Q420.21 * Q28,600.00 = Q12,018,006.00$

### Valor del diseño

**Valor del diseño:** beneficio total – herramienta y equipo – costo de diseño

**Valor del diseño producción real:**  $Q20,825,842.96 - Q200,000.00 - Q31,320.00 = Q20,594,522.96$

**Valor del diseño producción deseada:**  $Q12,018,006.00 - Q200,000.00 - Q31,320.00 = Q11,786,686.00$

### Impuestos

**Impuestos:** valor del diseño por 30%

**Impuestos producción real:**  $Q20,594,522.96 * 0.30 = Q6,178,356.89$

**Impuestos producción deseada:**  $Q11,786,686.00 * 0.30 = Q3,536,005.80$

### Utilidad después del impuesto

**Utilidad después del impuesto:** Valor del Diseño – Impuesto

**Utilidad prod. real:**  $Q20,594,522.96 - Q6,178,356.89 = Q14,416,166.07$

**Utilidad prod. deseada:**  $Q11,786,686.00 - 3,536,005.80 = Q8,250,680.20$



**Conclusión:**

Según el análisis que se realizó del valor del diseño podemos tener la seguridad que la utilidad que mayor beneficio presenta para la empresa es la que se obtiene de una Producción Real debido a que esta sobrepasa a la Producción Deseada.

## 3.8 Práctica 7 (Ingeniería del Empaque)

### 3.8.1 Objetivo de la práctica

- Que el estudiante comprenda los principales beneficios que obtienen los productos cuando son empacados de manera adecuada.
- Adquirir la capacidad necesaria para conocer las diferentes opciones que se utilizan como empaque o embalaje secundario en las principales áreas de la industria.
- Comprender los beneficios que se obtienen de los diferentes materiales para el empaque e identificar cual es el idóneo para determinados productos.
- Que el estudiante comprenda las diferentes características de los empaques.

### 3.8.2 Marco teórico

El empaque es un recipiente o envoltura que contiene productos temporalmente y sirve principalmente para agrupar unidades de un producto pensando en su manipulación, transporte y almacenaje.

Otras funciones del embalaje son: proteger el contenido, facilitar la manipulación, informar sobre sus condiciones de manejo, requisitos legales, composición, ingredientes, etc. y promocionar el producto por medio de grafismos. Dentro del establecimiento comercial, el embalaje puede ayudar a vender la mercancía mediante su diseño gráfico y estructural.

Se establece la diferencia entre:

- **Envase o embalaje primario:** es el lugar donde se conserva la mercancía; está en contacto directo con el producto.
- **Embalaje secundario:** suelen ser cajas de diversos materiales que agrupan productos envasados para formar una unidad de carga, de almacenamiento o de transporte mayor. Puede tratarse de pequeñas cajas de cartoncillo, como la de la imagen, o de cajas de cartón ondulado de diversos modelos y muy resistentes.
- **Embalaje terciario:** agrupa varios embalajes secundarios. Los más utilizados son el palé y el contenedor.

### **Materiales para el empaque**

A la hora de escoger un envase para un producto, es necesario conocer el material que mejor se adapta a las condiciones del mismo. A continuación, se enuncian los principales materiales en que se fabrican los envases y sus características más destacadas:

- **Metales**
  - ✓ Resistencia mecánica.
  - ✓ Ligereza.
  - ✓ Estanqueidad y hermeticidad.
  - ✓ Opacidad a la luz y a las radiaciones.
  - ✓ Conductividad térmica.
  - ✓ Reciclabilidad.
- **Vidrio**
  - ✓ Transparencia

- ✓ Inercia química
- ✓ Estanqueidad y hermeticidad
- ✓ Compatibilidad con microondas
- ✓ Reciclabilidad
- ✓ Posibilidad de reutilización

- **Plásticos y complejos**

- ✓ Amplia gama de muy diversos materiales
- ✓ Ligereza y flexibilidad
- ✓ Buena inercia química
- ✓ Amplia gama de propiedades mecánicas
- ✓ Facilidad de impresión y decoración
- ✓ Posibilidad de unión por termosoldadura
- ✓ Compatibilidad con microondas
- ✓ Versatilidad de formas y dimensiones

- **Papel y cartón**

- ✓ Ligereza
- ✓ Versatilidad de formas y dimensiones
- ✓ Facilidad de impresión
- ✓ Degradabilidad
- ✓ Fácil reciclabilidad

- **Madera**

- ✓ Resistencia mecánica
- ✓ Versatilidad de formas
- ✓ Reciclabilidad
- ✓ Degradabilidad

## Características del empaque

El Empaque y etiquetado constituye la envoltura o protección que acompaña a un producto, pero al mismo tiempo forma parte de sus características y cumple con varios objetivos:

- **Protección:** del producto desde su fabricación hasta su venta y almacenamiento por parte de los compradores, especialmente importante en productos frágiles o alimenticios.
- **Comodidad:** el envase debe facilitar el fraccionamiento, la compra, el transporte y el almacenamiento por parte del comprador.
- **Promoción:** puesto que un envase bien diseñado, de forma y colores atractivos permite diferenciarse de los competidores, ser mejor identificado por los consumidores y mejorar la venta.
- **Comunicación:** puesto que en el envase y etiqueta el productor puede resumir las características y bondades del producto, su mejor manera de empleo y conservación, sus diferentes usos (induciendo a veces a usos alternativos que aumentan la demanda) y los beneficios que entrega su consumo. Debe comunicar a sus consumidores que reciben un mayor valor por su dinero.
- **Mejoramiento de la imagen de su marca.** Envases y etiquetas atractivos, que llamen la atención de los consumidores, y que sean fácilmente diferenciables de sus competidores, contribuyen mucho, y a bajo costo, a formar la imagen de una marca.

Para los envases existen diferentes estrategias:

- Envases idénticos o con características muy comunes para los productos de una misma línea, facilitando la asociación y la promoción. (Siempre que la calidad sea buena).
- Envases con un uso posterior, que permiten, una vez consumido el producto, su utilización para otros fines. Esta estrategia también se la utiliza temporalmente con fines de promoción.
- Envases múltiples, en los cuales se ofrecen varias unidades, iguales o complementarias, con un precio menor al de la suma de las compras individuales. También el envase múltiple se utiliza para presentar un surtido para regalo, a un precio superior justificado por la presentación adecuada a un regalo. Casos típicos son los productos de perfumería.

En el diseño de los envases deben tenerse en cuenta los aspectos ecológicos relacionados con su construcción y posterior desecho una vez consumido el producto. Es conveniente indicar, cuando ello es efectivo, que el envase se ha fabricado con materiales reciclados o que posteriormente el envase vacío es posible de reciclar.

Códigos de barras. Si usted planea llegar con sus productos a supermercados o grandes tiendas, sus productos deben llevar el Código de Barras, sistema de codificación universal para todos los productos y que impreso en su envase o etiqueta permite ser leído electrónicamente por cajeros y en bodegas.

### 3.8.3 Marco práctico

#### Ejemplo de aplicación 1

Para determinar la cantidad de Kg de material requeridos para la envoltura de un producto, debemos conocer primero: <sup>(B)</sup>

1. Cantidad de empaques requeridos.
2. Dimensiones del producto a empaquetar, y por consiguiente, las dimensiones (largo, ancho y espesor) del material requerido para cada empaque.
3. Material que va a ser utilizado en el empaque (PVC, PEAD, PEBD, PP, CELODAN, etc.), y por lo tanto, su densidad o peso específico es decir, la cantidad de peso por unidad de volumen del material en cuestión.

Para el cálculo utilizaremos la siguiente fórmula:

$$D = \frac{M}{V}$$

Donde:

D = Densidad del material de empaque, en gr/cm<sup>3</sup>

M = Masa (peso) del material de empaque, en gr.

V = Volumen del material de empaque (largo \* ancho \* altura (espesor)), en cm<sup>3</sup>

Por lo tanto:

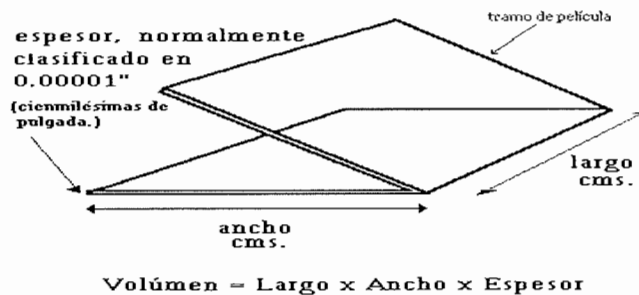
---

(B). Sitio web <http://www.empaquesplasticos.com.mx/epmwebp9.htm>

$$M = D * V$$

**Cantidad de material necesario para empacar el producto =** (Densidad del material de empaque) \* (Número de empaque requeridos \* Largo del material de empaque \* Ancho del material de empaque \* Altura del material de empaque (Espesor)).

**Figura 34. Forma común de presentación de la película de PVC:  
rollos de película doblada a la mitad.**



Fuente: [www.empaquesplasticos.com.mx/](http://www.empaquesplasticos.com.mx/)

Se debe recordar que para obtener resultados congruentes, se debe utilizar las mismas unidades en toda la fórmula, por lo que, adecuando la fórmula anterior a las unidades normalmente utilizadas y a la forma comúnmente utilizada de presentación de la película, queda de la siguiente forma:

$$K = \frac{(N * L * A * C * (2.54/100,000)) * 2 * D}{1000}$$

**Donde:**

**K** = Cantidad de Kg necesarios para empacar el Producto.

**N** = Número de empaques requeridos.

**L** = Largo del material de cada empaque, en cm.



**A** = Ancho del Material requerido por cada empaque, en cm. (no olvidar agregar el desperdicio que se tiene al sellar y la tolerancia de la fabricación).

**C** = Calibre o Espesor del material de empaque.

**(2.54/100,000)** = Conversión de cienmilésimas de pulgada a cm.

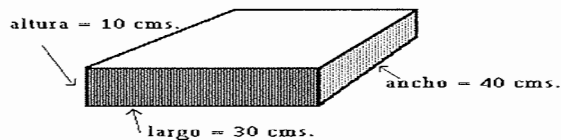
**2** = duplicación del volumen de película de ancho A empleado; esto es porque se utiliza una película doble que cubre tanto la parte superior como inferior del producto.

**D** = Densidad del material de empaque, en  $\text{g/cm}^3$ .

**1000** = conversión de material utilizado de g a Kg.

Calcular la cantidad de película de PVC encogible requerida para empaquetar 10,000 cajas con las dimensiones mostradas en la siguiente figura:

**Figura 35. Medidas del producto a empaquetar**

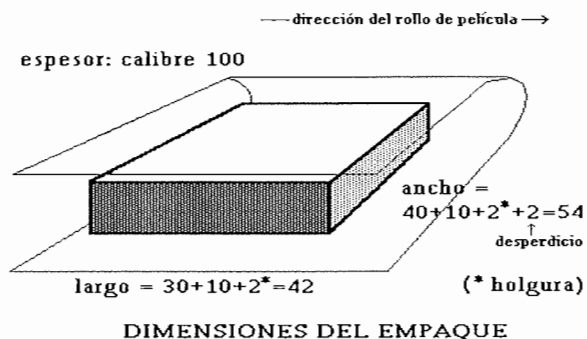


Fuente: [www.empaquesplasticos.com.mx/](http://www.empaquesplasticos.com.mx/)

**Datos:**

1. **N** = 10,000 empaques.
2. **Dimensiones del producto** =  $40 * 30 * 10$  cm, por consiguiente las dimensiones de cada empaque serán (ver figura siguiente).

**Figura 36. Dimensiones del empaque**



Fuente: [www.empaquesplasticos.com.mx/](http://www.empaquesplasticos.com.mx/)

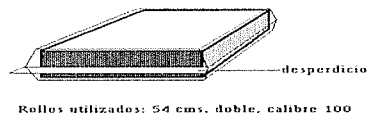
**Nota:** En caso de tener un producto como dimensiones diferentes en ambos extremos deberá utilizarse el valor promedio de los extremos, por ejemplo, si en un lado mide 8 cm y en el otro 10 cm, el valor que se tomará para el cálculo será 9 cm.

3. **L** = 42 cm.
4. **A** = 54 cm. = medida nominal del rollo utilizado, incluye tanto la holgura del empaque antes de encoger que evita roturas en el sello al momento de cerrar las mordazas de la selladora así como la cantidad de desperdicio necesario para permitir un sellado cómodo que permita el libre desalojo del desperdicio (2 o de preferencia 3 cm.), incluyendo la tolerancia que se aplica en la producción (2.5 cm.), el ancho total es de 57.5 cm.
5. **C** = 100 cienmilésimas de pulgada (recomendado para la mayoría de las aplicaciones).

**Nota:** De preferencia, el producto a empaquetar deberá acomodarse conforme a la figura anterior para facilitar el empaque y disminuir el desperdicio, o sea la dimensión menor corresponderá a la altura, con el objeto de disminuir las orejas

y arrugas en las esquinas; de las otras dos dimensiones la parte de mayor longitud del producto, deberá dejarse como ancho del rollo, para que el cliente tenga la menor cantidad de desperdicio (en este caso 30 cm en vez de 40 cm), pero esto no es recomendable para medidas pequeñas (anchos de rollo menores a 15 cm), pues dificulta su producción.

**Figura 37. Producto ya empaquetado mostrando el desperdicio para cada empaque**



Fuente: [www.empaquesplasticos.com.mx/](http://www.empaquesplasticos.com.mx/)

6. **Material utilizado = PVC**

7. **Densidad = 1.35 g/cm<sup>3</sup>**

Cantidad mínima de kilogramos requeridos por el cliente (habrá de agregar el material que se estime como desperdicio en el proceso de empaque y un 10% adicional por posibles variaciones en ancho de rollo y calibre del material de empaque.

$$K = \frac{10,000 * 42 * 57.5 * 100 * (2.54/100,000) * 2 * 1.35 * 1.1}{1000} =$$

$$K = 182.183$$

**K = 182 Kg. De PVC encogible de 54 cm doble, calibre 100.**

### 3.9 Práctica 8 (Planeación Agregada)

#### 3.9.1 Objetivo de la práctica

- Que el estudiante adquiera la habilidad necesaria para desarrollar por medio de la planeación agregada un plan mensual para un ritmo de producción con nivel constante.
- Que el estudiante adquiera la habilidad necesaria para desarrollar utilizando las herramientas de la planeación agregada un plan mensual para un ritmo de producción de persecución variable.
- Que el estudiante adquiera la habilidad necesaria para desarrollar utilizando las herramientas de la planeación agregada un plan mensual para un ritmo de producción intermedio.
- Que el estudiante pueda describir e interpretar los resultados obtenidos de cada uno de los modelos de planeación agregada y con ello poder determinar el método más idóneo.
- Enfatizar al estudiante a que comprenda la importancia de la planeación agregada en la determinación de los costos por tener unidades en el inventario.

#### 3.9.2 Marco teórico

La Planeación agregada implica que las cantidades a producir se deben establecer de manera global para una medida general de producción o a lo sumo para algunas pocas categorías de productos acumulados.

Se ocupa de determinar los niveles necesarios de producción, inventarios y mano de obra para satisfacer las necesidades de las previsiones de demanda en forma eficiente. Dado que las condiciones que afectan a la producción no son estables en el tiempo, la producción debe planificarse de forma agregada con el fin de obtener una utilización eficiente de los recursos.

## Objetivos

Combinación óptima de

- Tasa de Producción
- Nivel de Fuerza Laboral
- Inventario Disponible

## Ventajas y desventajas

**Tabla XLVII. Ventajas y desventajas de la planeación agregada**

<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<b>Menor Coste de Recogida y procesado de datos</b>	Artículos en tipos con la misma estacionalidad Y familias que utilizan medio similares de fabricación
<b>Mejora la Exactitud de las previsiones</b>	Máquinas en centros de trabajo
<b>Facilita la Comprensión de los datos</b>	Trabajadores en grupo que realizan la misma función

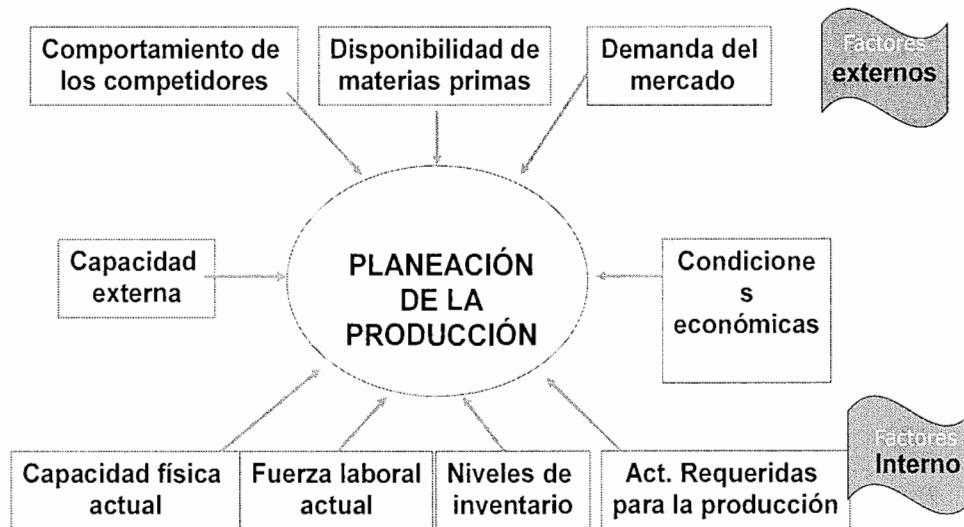
Fuente: [resumeneseconomicas.com.ar/archivos/.../Fplaneacionagregada.ppt](http://resumeneseconomicas.com.ar/archivos/.../Fplaneacionagregada.ppt)

La planificación agregada debe estar capacitada para responder a la situación dinámica en la que se halla inmersa la organización:

- Las variaciones de demanda que pueden provenir de distintas fuentes.
- Las tasas de producción raramente son uniformes
- La variación en el rendimiento de personas y máquinas.

- Los trabajos de mantenimiento que interrumpen la producción
- La calidad de producto que sufre variaciones
- Los tiempos de entrega y la calidad de materiales adquiridos.

**Figura 38. Información sobre el Sistema de Planeación de la Producción**



Fuente: [resumeneseconomicas.com.ar/archivos/.../Fplaneacionagregada.ppt](http://resumeneseconomicas.com.ar/archivos/.../Fplaneacionagregada.ppt)

### 3.9.3 Marco práctico

#### Ejemplo de aplicación 1

Una empresa estima que su demanda agregada para el próximo año será la siguiente, tomando como referencia los datos reales del primer semestre del 2009 y proyectados para el segundo semestre del 2009.

**Tabla XLVIII. Datos reales de la demanda agregada**

<b>MES</b>	<b>Días de producción</b>	<b>Demanda (unidades)</b>
Enero	24	28000
Febrero	21	20500
Marzo	20	25000
Abril	22	19000
Mayo	20	19800
Junio	23	24200
Julio	21	26500
Agosto	19	19200
Septiembre	23	25200
Octubre	25	26100
Noviembre	22	20050
Diciembre	18	17000

Para la producción por día se estima calcularla en base a aproximaciones con variación del 5% incremental. En condiciones normales existen 50 empleados trabajando 8 horas/día. La capacidad diaria se puede incrementar hasta un % trabajando tiempo extra, con un costo adicional de Q3.75/unidad. Los salarios en tiempo normal alcanzan un promedio de Q54.00/día/empleado.

Los costos de almacenamiento de unidades son de Q4.75/unidad. La no existencia en el inventario tiene un costo de Q6.80/unidad. Normalmente la empresa conserva 2100 unidades en inventario por cualquier eventualidad. El costo de modificación de la producción es:

**Tabla XLIX. Costos de modificación de la producción**

<b>RANGO</b>	<b>VALOR</b>
1 – 200 Unidades	Q5,800.00
201 – 350 Unidades	Q6,700.00
350 – En adelante	Q8,900.00

Elaborar los tres planes con su respectivo cuadro resumen y conclusión

## Resolución

Tabla L. Cálculo de pronósticos y producciones

Periodo	Días Prod.	Días Prod. Acumulados	Pronósticos Producción	Prod. Diaria	5 % Incremental	Prod. Diaria Real	Prod. Mensual	Prod. Mensual Acumulada
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Enero	24	24	28000	1166	58	1224	29376	29376
Febrero	21	45	20500	976	48	1024	21504	50880
Marzo	20	65	25000	1250	62	1312	26240	77120
Abril	22	87	19000	863	43	906	19932	97052
Mayo	20	107	19800	990	49	1039	20780	117832
Junio	23	130	24200	1052	52	1104	25392	143224
Julio	21	151	26500	1261	63	1324	27804	171028
Agosto	19	170	19200	1010	50	1060	20140	191168
Septiembre	23	193	25200	1095	54	1149	26427	217595
Octubre	25	218	26100	1044	52	1096	27400	244995
Noviembre	22	240	20050	911	45	956	21032	266027
Diciembre	18	258	17000	944	47	991	17838	283865

## Fórmulas

### Días productivos acumulados (columna 3)

D.P.A. 1: 24

D.P.A. 2:  $24 + 21 = 45$  días

:

D.P.A. 11:  $240 + 18 = 258$  días

### Producción diaria (columna 5)

P.D.: (pronósticos de producción)/(días productivos):

P.D. 1:  $28000/24 = 1166.67 = 1166$  unidades

P.D. 2:  $20500/21 = 976.19 = 976$  unidades

:

P.D. 12:  $17000/18 = 944.44 = 944$  unidades



**5 % Incremental (columna 6)**

**% Incremental:** (producción diaria) \* 0.05

**% Incremental 1:**  $1166 * 0.05 = 58.30 = 58$  unidades

**% Incremental 2:**  $976 * 0.05 = 48.80 = 48$  unidades

:

**% Incremental 12:**  $944 * 0.05 = 47.20 = 47$  unidades

**Producción diaria real (columna 7)**

**P.D.R.:** (producción diaria) + (5% incremental)

**P.D.R. 1:**  $1166 + 58 = 1224$  unidades

**P.D.R. 2:**  $976 + 48 = 1024$  unidades

:

**P.D.R. 12:**  $944 + 47 = 991$  unidades

**Producción mensual (columna 8)**

**P.M.:** (producción diaria) \* (días productivos) =

**P.M. 1:**  $1224 * 24 = 29376$  unidades

**P.M. 2:**  $1024 * 21 = 21504$  unidades

:

**P.M. 12:**  $991 * 18 = 17838$  unidades

**Producción mensual acumulada (columna 9)**

**P.M.A. 1:** 29376

**P.M.A. 2:**  $29376 + 21504 = 50880$  días

:

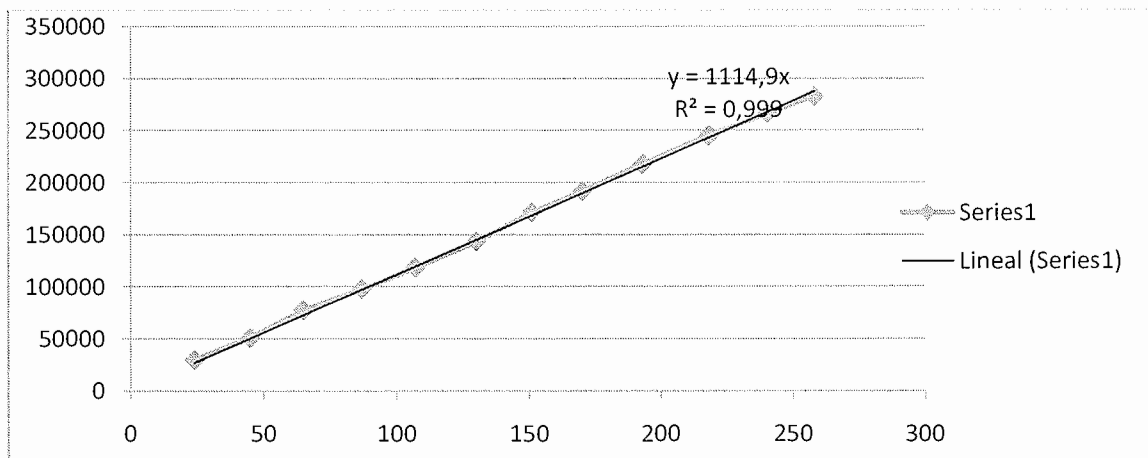
**P.M.A. 12:**  $266027 + 17838 = 283865$  días

## Graficar

Tabla LI. Datos para graficar producción acumulada

Periodo	Días de Producción Acumulada	Producción Mensual Acumulada
Enero	24	29376
Febrero	45	50880
Marzo	65	77120
Abril	87	97052
Mayo	107	117832
Junio	130	143224
Julio	151	171028
Agosto	170	191168
Septiembre	193	217595
Octubre	218	244995
Noviembre	240	266027
Diciembre	258	283865

Figura 39. Gráfica de producción mensual acumulada



De la gráfica se toman los puntos de Intersección:

$$\text{Punto no. 1 (mayo)} = \frac{117832}{107} = 1101.23 = 1101 \text{ unidades/día}$$

$$\text{Punto no. 2 (octubre)} = \frac{244995}{218} = 1123.83 = 1123 \text{ unidades/día} \leftarrow$$

Para poder trabajar los planes es necesario tomar el punto que tenga mayor valor, ya que dará mayor seguridad al plan de producción.

**PLAN MENSUAL PARA UN RITMO DE PRODUCCIÓN CON NIVEL (CONSTANTE)**

Tabla LII. Cálculo del Plan mensual para un ritmo de producción con nivel constante

Periodo	Dias Prod.	Ritmo Prod. Por Día	Producción	Demanda	Inventario Inicial	Adición o Faltante	Inventario Final	Inventario Promedio	Costo Adición	Costo Faltante
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Enero	24	1123	26952	28000	2100	-1048	1052	1576	Q5,910.00	
Febrero	21	1123	23583	20500	1052	3083	4135	2593.50	Q9,725.63	
Marzo	20	1123	22460	25000	4135	-2540	1595	2865	Q10,743.75	
Abril	22	1123	24706	19000	1595	5706	7301	4448	Q16,680.00	
Mayo	20	1123	22460	19800	7301	2660	9961	8631	Q32,366.25	
Junio	23	1123	25829	24200	9961	1629	11590	10775.50	Q40,408.13	
Julio	21	1123	23583	26500	11590	-2917	8673	10131.50	Q37,993.13	
Agosto	19	1123	21337	19200	8673	2137	10810	9741.50	Q36,530.63	
Septiembre	23	1123	25829	25200	10810	629	11439	11124.50	Q41,716.88	
Octubre	25	1123	28075	26100	11439	1975	13414	12426.50	Q46,599.38	
Noviembre	22	1123	24706	20050	13414	4656	18070	15742	Q59,032.50	
Diciembre	18	1123	20214	17000	18070	3214	21284	19677	Q73,788.75	
									Q411,495.03	Q411,495.03

• **Cálculo de Tiempo Extra**

Se toma como base para empezar a trabajar el inventario final, siempre y cuando sea negativo, se chequea seguidamente si hay alguna disminución y si el inventario final ella es también negativo, se procede a calcular tiempo extra, se para en el momento en el cual ya no hay faltante ni en la columna de adiciones ni en el inventario final.

## *Fórmulas*

### Producción (columna 4)

**Producción:** (días de producción) \* (ritmo de producción por día) =

**Producción 1:**  $24 * 1123 = 26952$  unidades

**Producción 2:**  $21 * 1123 = 23583$  unidades

:

**Producción 12:**  $18 * 1123 = 20214$  unidades

### Adición o faltante (columna 7)

**Adición o faltante:** (producción) – (demanda) =

**A o F 1:**  $26952 - 28000 = -1048$  unidades

**A o F 2:**  $23583 - 20500 = 3083$  unidades

:

**A o F 12:**  $20214 - 17000 = 3214$  unidades

### Inventario inicial (columna 6)

Normalmente la empresa conserva 2100 unidades en inventario por cualquier eventualidad.

**Inventario inicial enero: 2100 unidades**

**Inventario inicial B:** (inventario inicial A)  $\pm$  (adición o faltante A) =

**Inventario inicial 1:** 2100 unidades

**Inventario inicial 2:**  $2100 - 1048 = 1052$  unidades

:

**Inventario inicial 13:**  $18070 + 3214 = 21284$  unidades

### Inventario final (columna 8)

**Inventario final A:** inventario inicial B

**Inventario final 1:** 1052 unidades

**Inventario final 2:** 4135 unidades

:

**Inventario final 12:** 21284 unidades

### Inventario promedio (columna 9)

**Inventario promedio A:**  $\frac{(\text{inventario inicial A}) + (\text{inventario final A})}{2} =$

**Inventario promedio 1:**  $\frac{2100 + 1052}{2} = 1576$  unidades

**Inventario promedio 2:**  $\frac{1052 + 4135}{2} = 2593.50$  unidades

:

**Inventario promedio 12:**  $\frac{18070 + 21284}{2} = 19677$  unidades

### Costo adición (columna 10)

La capacidad diaria se puede incrementar hasta un % trabajando tiempo extra, con un costo adicional de Q3.75 / unidad.

**Costo adición:** (inventario promedio) \* Q3.75 =

**Costo adición 1:** 1576 \* Q3.75 = **Q5,910.00**

**Costo adición 2:** 2593.50 \* Q3.75 = **Q9,725.63**

:

**Costo adición 12:** 19677 \* Q3.75 = **Q73,788.75**

**PLAN MENSUAL PARA UN RITMO DE PRODUCCIÓN DE PERSECUCIÓN (VARIABLE)**

**Tabla LIII. Cálculo del plan mensual para un ritmo de producción de persecución variable**

Se Trabaja tomando como base la columna de producción por día, y elemento principal: la capacidad de producción. Cuando esta capacidad no se presenta como un dato adicional, se asume como tal la producción del primer periodo, en este caso 1224 unidades/día. El tiempo extra se calcula donde se supera la capacidad de producción, se multiplica por los días del mes y su costo. Para el tiempo extra adicional, se toma como base la columna de disminución, se trabaja en el primer lugar en donde se encuentre un valor negativo anticipándose siempre un periodo, es decir, se programa para un mes antes.

Periodo	Días Prod.	Cambio en El ritmo de Producción	Ritmo Prod. día	Prod.	Demanda	Inv. Inicial	Adición Faltante	Inv. Final	Inv. Prom.	Costo Adición	Costo Faltante	Tiempo Extra	Tiempo Extra Adición	Costo por Modificación De Produc.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Enero	24		1224	29376	28000	2100	1376	3476	2788	Q10,455.00				
Febrero	21	-200	1024	21504	20500	3476	1004	4480	3978	Q14,917.50				Q5,800.00
Marzo	20	288	1312	26240	25000	4480	1240	5720	5100	Q19,125.00		Q6,600.00		Q8,700.00
Abril	22	-406	906	19932	19000	5720	932	6652	6186	Q23,197.50				Q8,900.00
Mayo	20	133	1039	20780	19800	6652	980	7632	7142	Q26,782.50				Q5,800.00
Junio	23	65	1104	25392	24200	7632	1192	8824	8228	Q30,855.00				Q5,800.00
Julio	21	220	1324	27804	26500	8824	1304	10128	9476	Q37,991.25		Q7,875.00		Q6,700.00
Agosto	19	-264	1060	20140	19200	10128	940	11068	10598	Q39,742.50				Q6,700.00
Septiembre	23	89	1149	26427	26200	11068	1227	12295	11681.50	Q43,805.63				Q5,800.00
Octubre	25	-53	1096	27400	26100	12295	1300	13595	12945	Q48,543.75				Q5,800.00
Noviembre	22	-140	956	21032	20050	13595	982	14577	14086	Q52,822.50				Q5,800.00
Diciembre	18	35	991	17838	17000	14577	838	15415	14996	Q56,235.00		Q14,475.00		Q5,800.00
										Q404,473.13	Q404,473.13	Q14,475.00	Q14,175.00	Q69,600.00

## *Fórmulas*

### **Ritmo de producción por día (columna 4)**

El ritmo de producción por día es tomado para cada mes como la Producción Diaria Real.

### **Cambio en el ritmo de producción (columna 3)**

**C.R.P. B:** (ritmo de producción por día B) – (ritmo de producción por día A)

**C.R.P. 1:** 0

**C.R.P. 2:** 1024 – 1224 = **-200 unidades**

:

**C.R.P. 12:** 991 – 956 = **35 unidades**

### **Producción (columna 5)**

**Producción:** (días de producción) \* (ritmo de producción por día) =

**Producción 1:** 24 \* 1124 = **29376 unidades**

**Producción 2:** 21 \* 1024 = **21504 unidades**

:

**Producción 12:** 18 \* 991 = **17838 unidades**

### **Adición o faltante (columna 8)**

**Adición o faltante:** (producción) – (demanda) =

**A o F 1:** 29376 – 28000 = **1376 unidades**

**A o F 2:** 21504 – 20500 = **1004 unidades**

:

**A o F 12:** 17838 – 17000 = **838 unidades**

### Inventario inicial (columna 7)

La empresa conserva 2100 unidades en inventario por cualquier eventualidad.

**Inventario inicial B:** (inventario inicial A)  $\pm$  (adición o faltante A) =

**Inventario inicial 1:** 2100 unidades

**Inventario inicial 2:** 2100 + 1376 = **3476 unidades**

:

**Inventario inicial 13:** 14577 + 838 = **15415 unidades**

### Inventario final (columna 9)

**Inventario final A:** inventario inicial B

**Inventario final 1:** 3476 unidades

**Inventario final 2:** 4480 unidades

:

**Inventario final 12:** 15415 unidades

### Inventario promedio (columna 9)

**Inventario promedio A:**  $\frac{(\text{inventario inicial A}) + (\text{inventario final A})}{2} =$

**Inventario promedio 1:**  $\frac{2100 + 3476}{2} = 2788$  unidades

**Inventario promedio 2:**  $\frac{3476 + 4480}{2} = 3978$  unidades

:

**Inventario promedio 12:**  $\frac{14577 + 15415}{2} = 14996$  unidades



### Costo adición (columna 10)

La capacidad diaria se puede incrementar hasta un % trabajando tiempo extra, con un costo adicional de Q3.75 / unidad.

**Costo adición:** (inventario promedio) \* Q3.75 =

**Costo adición 1:** 2788 \* Q3.75 = **Q10455.00**

**Costo adición 2:** 3978 \* Q3.75 = **Q14,917.50**

:

**Costo adición 12:** 14996 \* Q3.75 = **Q56,235.00**

### Costo por modificación de producción (columna 15)

Depende de la columna de Cambio en el Ritmo de Producción y los costos se toman de la tabla de costos de modificación.

- **Cálculo de tiempo extra**

**Tabla LIV. Cálculo de tiempo extra plan persecución variable**

Periodo	Capacidad Instalada	Producción Que supera Capacidad	Diferencia	Días Productivos	Costo Adición o Extra	Costo Tiempo Extra
1	2	3	4	5	6	7
Marzo	1224	1312	88	20	Q3.75	Q6,600.00
Julio	1224	1324	100	21	Q3.75	Q7,875.00

- **Cálculo de tiempo extra adicional**

No se calcula debido a que no hay ningún periodo que presente faltantes.

**PLAN MENSUAL PARA UN RITMO DE PRODUCCIÓN INTERMEDIO**

**Tabla LV. Cálculo del plan mensual para un ritmo de producción intermedio**

Periodo	Días Prod.	Cambio Ritmo de Prod.	Ritmo Prod. Día	Prod.	Demanda	Inv. Inicial	Adición Faltante	Inv. Final	Inv. Prom.	Costo Adición	Costo Faltante	Tiempo Extra	Costo Por Ritmo
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Enero	24		1186	28464	28000	2100	464	2564	2332	Q8,745.00			
Febrero	21		1186	24906	20500	2564	4406	6970	4767	Q17,876.25			
Marzo	20		1186	23720	25000	6970	-1280	5690	6330	Q23,737.50			
Abril	22	-95	1091	24002	19000	5690	5002	10692	8191	Q30,716.25			Q5,800.00
Mayo	20		1091	21820	19800	10692	2020	12712	11702	Q43,882.50			
Junio	23		1091	25093	24200	12712	893	13605	13158.50	Q49,344.38			
Julio	21		1091	22911	26500	13605	-3589	10016	11810.50	Q44,289.38			
Agosto	19	-37	1054	20026	19200	10016	826	10842	10429	Q39,108.75			Q5,800.00
Septiembre	23		1054	24242	25200	10842	-958	9884	10363	Q38,861.25			
Octubre	25		1054	26350	26100	9884	250	10134	10009	Q37,533.75			
Noviembre	22		1054	23188	20050	10134	3138	13272	11703	Q43,886.25			
Diciembre	18		1054	18972	17000	13272	1972	15244	14258	Q53,467.50			
										<b>Q431,448.76</b>			<b>Q. Q11,600.00</b>
										<b>Q431,448.76</b>			<b>Q. Q11,600.00</b>

• **Cálculo de tiempo extra**

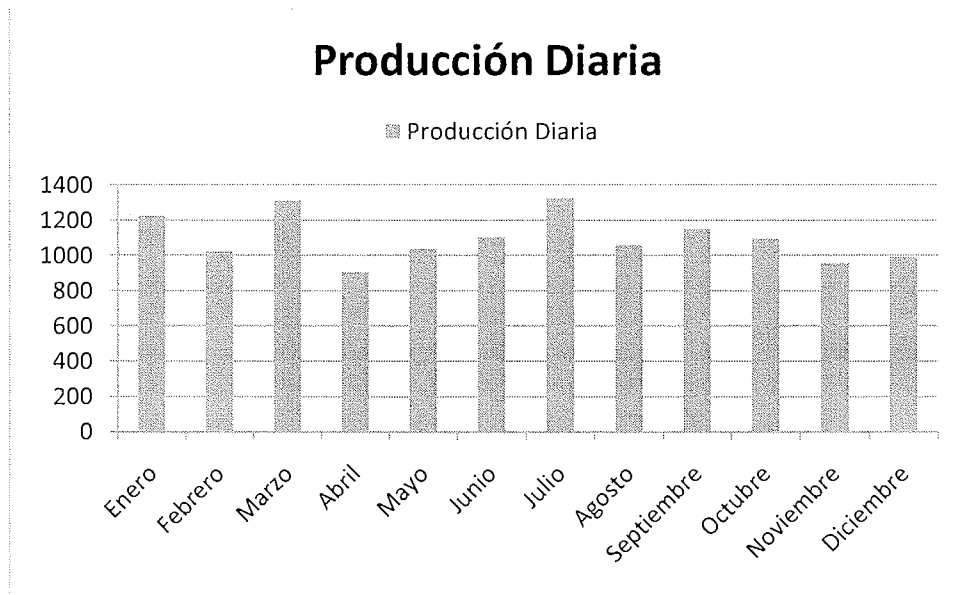
Este plan es similar al plan constante o de un ritmo de producción.

Se chequea el inventario final y en donde sea negativo se procede a trabajar un periodo antes del tiempo extra, luego se observa si en el periodo siguiente hay un faltante, entonces se vuelve a calcular el tiempo extra.

**Tabla LVI. Datos para realización de gráfico de producción diaria**

Periodo	Producción diaria real
Enero	1224
Febrero	1024
Marzo	1312
Abril	906
Mayo	1039
Junio	1104
Julio	1324
Agosto	1060
Septiembre	1149
Octubre	1096
Noviembre	956
Diciembre	991

**Figura 40. Gráfica de barras de la producción diaria de la empresa**



- Observamos las tendencias de cada uno de los meses y agrupamos.

## Grupo 1

Tabla LVII. Cálculo y agrupación de tendencias grupo 1

Enero	1224	24	29376
Febrero	1024	21	21504
Marzo	1312	20	26240
		$\Sigma(65)$	$\Sigma(77120)$

Producción promedio diaria del grupo 1 =  $\frac{77120}{65} = 1186.46 = 1186$

## Grupo 2

Tabla LVIII. Cálculo y agrupación de tendencias grupo 2

Abril	906	22	19932
Mayo	1039	20	20780
Junio	1104	23	25392
Julio	1324	21	27804
		$\Sigma(86)$	$\Sigma(93908)$

Producción promedio diaria del grupo 2 =  $\frac{93908}{86} = 1091.95 = 1091$

## Grupo 3

Tabla LIX. Cálculo y agrupación de tendencias grupo 3

Agosto	1060	19	20140
Septiembre	1149	23	26427
Octubre	1096	25	27400
Noviembre	956	22	21032
Diciembre	991	18	17838
		$\Sigma(107)$	$\Sigma(112837)$

Producción promedio diaria del grupo 3 =  $\frac{112837}{107} = 1054.55 = 1054$

## *Fórmulas*

### **Ritmo de producción por día (columna 4)**

El ritmo de producción por día es tomado de las tendencias de cada uno de los meses que se agruparon.

### **Cambio en el ritmo de producción (columna 3)**

**C.R.P. B:** (ritmo de producción por día B) – (ritmo de producción por día A)

**C.R.P. 1: 0**

**C.R.P. 4:**  $1091 - 1186 = -95$  unidades

:

**C.R.P. 12:**  $1054 - 1054 = 0$

### **Producción (columna 5)**

**Producción:** (días de producción) \* (ritmo de producción por Día) =

**Producción 1:**  $24 * 1186 = 28464$  unidades

**Producción 2:**  $21 * 1186 = 24906$  unidades

:

**Producción 12:**  $18 * 1054 = 18972$  unidades

### **Adición o faltante (columna 8)**

**Adición o faltante:** (producción) – (demanda) =

**A o F 1:**  $28464 - 28000 = 464$  unidades

**A o F 2:**  $24906 - 20500 = 4406$  unidades

:

**A o F 12:**  $18972 - 17000 = 1972$  unidades

### Inventario inicial (columna 7)

La empresa conserva 2100 unidades en inventario por cualquier eventualidad.

**Inventario inicial B:** (inventario inicial A)  $\pm$  (adición o faltante A) =

**Inventario inicial 1:** 2100 unidades

**Inventario inicial 2:** 2100 + 464 = **2564 unidades**

:

**Inventario inicial 13:** 13272 + 1972 = **15244 unidades**

### Inventario final (columna 9)

**Inventario final A:** inventario inicial B

**Inventario final 1:** 2564 unidades

**Inventario final 2:** 6970 unidades

:

**Inventario final 12:** 15244 unidades

### Inventario promedio (columna 9)

**Inventario promedio A:**  $\frac{(\text{inventario inicial A}) + (\text{inventario final A})}{2} =$

**Inventario promedio 1:**  $\frac{2100 + 2564}{2} = \mathbf{2332 \text{ unidades}}$

**Inventario promedio 2:**  $\frac{2564 + 6970}{2} = \mathbf{4767 \text{ unidades}}$

:

**Inventario promedio 12:**  $\frac{13272 + 15244}{2} = \mathbf{14258 \text{ unidades}}$

### Costo adición (columna 10)

La capacidad diaria se puede incrementar hasta un % trabajando tiempo extra, con un costo adicional de Q3.75 / unidad.

**Costo adición:** (inventario promedio) \* Q3.75 =

**Costo adición 1:** 2332 \* Q3.75 = **Q8,745.00**

**Costo adición 2:** 4767 \* Q3.75 = **Q17,876.25**

:

**Costo adición 12:** 14258 \* Q3.75 = **Q53,467.50**

### Costo por modificación de producción (columna 15)

Depende de la columna de Cambio en el Ritmo de Producción y los costos se toman de la tabla de costos de modificación.

- **Cálculo de tiempo extra adicional**

No se calcula debido a que no hay ningún periodo que presente faltantes.

### Resumen

**Tabla LX. Resumen de métodos de planeación agregada**

TIPO DE COSTO	RITMO CON NIVEL	INTERMEDIO	PERSECUSIÓN
Tiempo Extra			Q14,475.00
Adición	Q411,495.03	Q431,448.76	Q404,473.13
Faltante			
Disminución			
Modificación en el Ritmo de Producción		Q11,600.00	Q69,600.00
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>Q411,495.03</b>	<b>Q443048.76</b>	<b>Q488,548.13</b>

### **Conclusión**

- Se trabaja con el Plan de Ritmo con Nivel (Constante) ya que su costo es el menor entre los tres métodos para el análisis de planeación agregada.



### **3.10 Presentación de proyecto final**

El proyecto final será presentado en los últimos días de la práctica, por medio de una presentación en power point u otro programa, en la cual los estudiantes de cada grupo tendrán que realizar una exposición para la cual los auxiliares y catedráticos del curso asignarán un tiempo para cada exposición.

Para la presentación cada grupo debe tener claro que se va a presentar una síntesis de todo el proyecto, realizando un buen resumen de lo más importante del mismo. Además se recomienda a los estudiantes que si utilizan el programa power point eviten usar letras muy pequeñas, ya que esto puede impedir que todas las personas que se encuentren presenciando la exposición puedan ver..

Para la exposición cada uno de los integrantes del grupo deben estar debidamente preparados ya que los auxiliares y catedráticos decidirán quién o quienes realizarán la exposición del proyecto.



## 4. EVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA

### 4.1 Evaluación de la práctica

La evaluación de la práctica la podemos conceptualizar como un proceso dinámico, continuo y sistemático, mediante el cual verificamos todos los logros adquiridos en función de los objetivos propuestos. La Práctica del curso Diseño para la Producción contará con una zona asignada del 80% de la zona de actividades curriculares y lo aprobarán los estudiantes que obtengan como mínimo una nota equivalente al 61% de la zona asignada a los mismos. El contenido de la práctica del curso, desglosará la ponderación a cada una de las siguientes actividades:

- Hojas de trabajo
- Exámenes cortos
- Reportes / tareas de la práctica
- Proyecto
- Examen final

La aprobación de la práctica se dará a partir de la nota mínima establecida por los docentes en el semestre en curso y de acuerdo al Normativo de Evaluación y Promoción de los Estudiantes de Pregrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Además para que los estudiantes tengan derecho a examen final, deben cumplir con la asistencia mínima que es del 60% del total de los días de la práctica.

#### **4.1.1 Hojas de trabajo**

Las hojas de trabajo se realizan de manera periódica, son pruebas en las cuales el catedrático auxiliar desarrolla ejemplos de los temas de aplicación y posteriormente realiza las pruebas para evaluar los conocimientos del estudiante y determinar si se están aplicando de buena forma las herramientas impartidas por el mismo. La ponderación de las hojas de trabajos se lleva a cabo asignando cierto porcentaje de puntos a cada una de las hojas de trabajo de manera que el estudiante le ponga todo su empeño y dedicación en la realización de las mismas ya que la aprobación de las mismas le ayudará a llegar a la nota para aprobar la práctica.

#### **4.1.2 Exámenes cortos**

Los exámenes cortos son pruebas realizadas con frecuencia en la clase magistral y en la práctica, en los cuales se evalúan los conocimientos teóricos desarrollados en las diferentes prácticas, donde se espera que el estudiante comprenda los conceptos básicos de los temas de aplicación para facilitar su proceso de aprendizaje.

La evaluación de los exámenes cortos se lleva a cabo asignando una ponderación a los mismos del total de puntos asignados a la práctica, los cuales se distribuyen equitativamente dependiendo del número de exámenes cortos realizados.

#### **4.1.3 Reportes / tareas de la práctica**

Los reportes y/o tareas de la práctica se desarrollan en forma grupal salvo algunas excepciones propuestas por el catedrático auxiliar, en los reportes se

desarrollaran casos de los temas de aplicación del curso, esperando que el estudiante haga el uso de las herramientas adquiridas en cada una de las prácticas.

Para la evaluación de los reportes, el catedrático auxiliar debe distribuir de manera equitativa los porcentajes a cada una de las partes que conformaran los reportes.

Los reportes están formados por un marco teórico y un marco práctico en donde la base teórica es dado por el catedrático auxiliar, este a su vez debe leer la teoría, tomada en base a los conceptos desarrollados en el curso, para explicar lo que se debe desarrollar en cada reporte, indicando la manera de redacción, el formato y el tiempo de entrega.

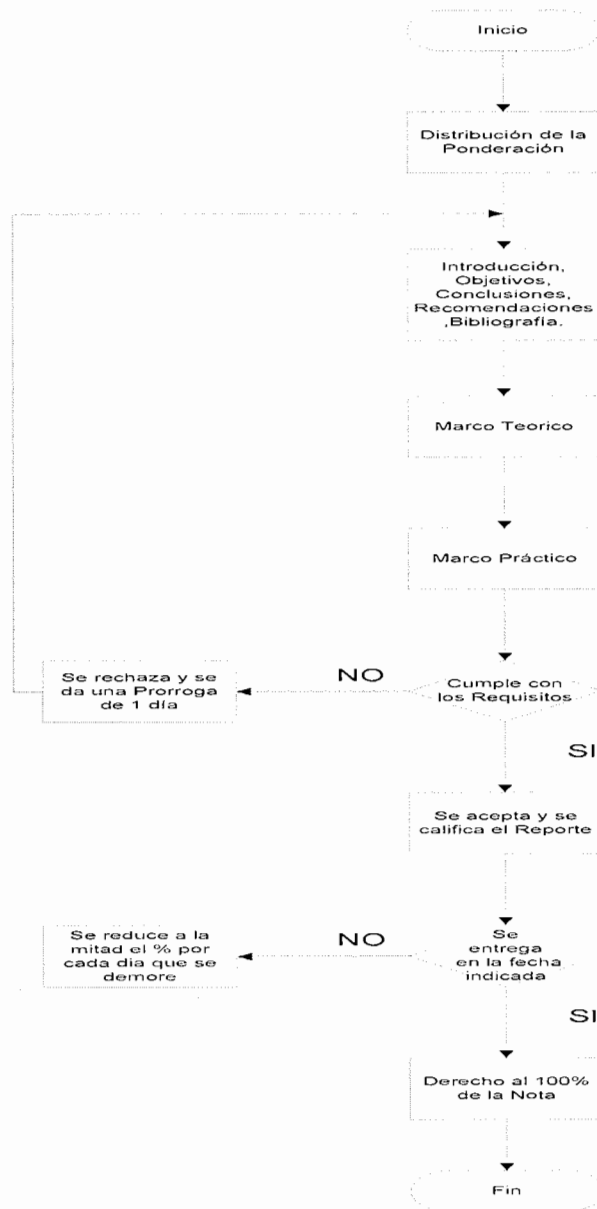
En el marco práctico se desarrollan casos de aplicación, los cuales se evaluarán mediante el uso correcto de las herramientas aprendidas durante cada una de las prácticas, poniendo especial atención en las conclusiones y recomendaciones dadas por los estudiantes.

Figura 41. Flujograma de decisión de la evaluación de la práctica

**Flujograma de Decisión**  
**Evaluación de la Práctica**

PROCESO: Evaluación de Reportes  
ANALISTA: Ramiro Antonio Ortiz Marroquín  
REVISAR: Ing. Marcia Ivonne Véliz Varga

FECHA: 09/09/2009.  
HOJA: 1/1.  
FECHA: \_\_\_\_\_



#### 4.1.4 Proyecto

El proyecto de laboratorio se llevara a cabo tomando como base los grupos de trabajo que se hicieron para los reportes, el cual a su vez contiene casos generales en los cuales los estudiantes deben aplicar todas las herramientas utilizadas en las diferentes prácticas realizadas, así como también, el proyecto puede realizarse aplicando las herramientas, ideas, conocimientos adquiridos en los diferentes laboratorios en actividades de orden público.

La ponderación del proyecto será realizada por el catedrático auxiliar de la práctica el cual hará una distribución equitativa de los puntos a cada una de las partes que conformen el proyecto. Al final el proyecto debe ser expuesto por medio de una presentación por parte de cada uno de los estudiantes de cada grupo ante el catedrático del curso y antes los auxiliares.

#### **Examen final**

El examen final es una prueba que se le realiza a los estudiantes el ultimo día de la práctica, en el se evalúa todo el contenido de la práctica, es decir el catedrático auxiliar puede incluir diversidad de aplicaciones de las desarrolladas durante todas las prácticas.

El examen a su vez puede ser desglosado incluyendo una parte teórica para evaluar si el estudiante comprendió los conceptos importantes de la práctica y una parte práctica que evalué la aplicación correcta de las herramientas impartidas en cada una de las prácticas.

Al examen final a su vez desde el inicio de la práctica se le asigna una nota la cual beneficiara al estudiante que allá puesto atención y todo el empeño en el

aprendizaje del mismo ya que le ayudara a subir su nota de laboratorio para la aprobación del mismo.

#### **4.2 Recomendaciones**

Es recomendable que el estudiante ponga todo su empeño y dedicación en cada una de las prácticas, ya que con el aprendizaje que ellos saquen del mismo les puede ser de mucha importancia en el desarrollo de su vida profesional en un futuro muy cercano.

Se recomienda que el catedrático auxiliar que imparte la práctica este lo suficientemente preparado para impartir el mismo y a su vez cuente con una buena didáctica para impartir la práctica, para facilitar el proceso de aprendizaje de los estudiantes.

Además se recomienda que el catedrático auxiliar cuente con cierta experiencia laboral para poder transmitir al estudiante ejemplos que tengan relación con lo que ocurre en el mercado laboral.

Se hace necesario que tanto los catedráticos del curso, los catedráticos auxiliares y los estudiantes de las carreras de Ingeniería Industrial e Ingeniería Mecánica Industrial, cuenten con el Manual de Práctica de Diseño para la Producción para que este les pueda servir tanto a los catedráticos del curso como la bibliografía de la cátedra, ya que en él se encuentra toda la parte teoría del curso y así como también a los catedráticos auxiliares les ayude a impartir cada una de sus prácticas, y a los estudiantes les pueda servir de guía en su proceso de aprendizaje.



Que el estudiante resuelva los ejercicios propuestos de cada uno de los temas de aplicación ya que estos le servirán como guía en su proceso de aprendizaje y a la vez le ayudaran a resolver los problemas que se le presenten con mayor facilidad.

Que los altos mandos de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial (EMI) le den la aprobación del Manual de Práctica de Diseño para la Producción y los asignen como la bibliografía del curso.



## 5. SEGUIMIENTO Y MEJORA CONTINUA

### 5.1 Distribución del manual

El manual de Prácticas del Curso Diseño para la Producción será distribuido días después de haber sido publicado, y el mismo quedará a disposición de los estudiantes para que estos lo puedan utilizar y les facilite su proceso de aprendizaje y los catedráticos, y auxiliares lo puedan tomar como la bibliografía del curso y evitar tener que estar utilizando varios libros para impartir la práctica del mismo.

El manual se encontrara a disposición del estudiante en la biblioteca de la facultad de ingeniería, en la biblioteca central de la universidad, así como también en bibliotecas de las diferentes carreras que forman parte de la facultad de ingeniería.

Además se pedirá a las autoridades de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial la autorización para habilitar el manual en la página web de la escuela [http://emi.ingenieria-usac.edu.gt/sitio/?page\\_id=380](http://emi.ingenieria-usac.edu.gt/sitio/?page_id=380), para que los estudiantes puedan tener acceso al manual de forma digital y les pueda beneficiar en el desarrollo de su aprendizaje.

También los catedráticos del curso y los auxiliares de la práctica harán extensiva la existencia del manual de prácticas en los diferentes salones en los que imparten sus clases.

## **5.2 Capacitaciones para uso del manual**

La capacitación se llevara a cabo con el objeto de explicar a los entes interesados de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial el contenido de cada uno de los capítulos del presente manual, explicando que en el capítulo 2 del manual se desarrollan todos los módulos del curso, para que los catedráticos puedan utilizar el manual para impartir sus cátedras.

Además se deberá realizar una explicación acerca de cada una de las prácticas del curso en las cuales se desarrolla una base teórica y una base práctica, en la cuales el expositor desarrollara ejemplos sobre las aplicaciones del curso.

Se realizara una explicación sobre los puntos y métodos que se evaluarán en cada práctica, así como también acerca de los procedimientos para darle el seguimiento y la mejora continua al manual de prácticas.

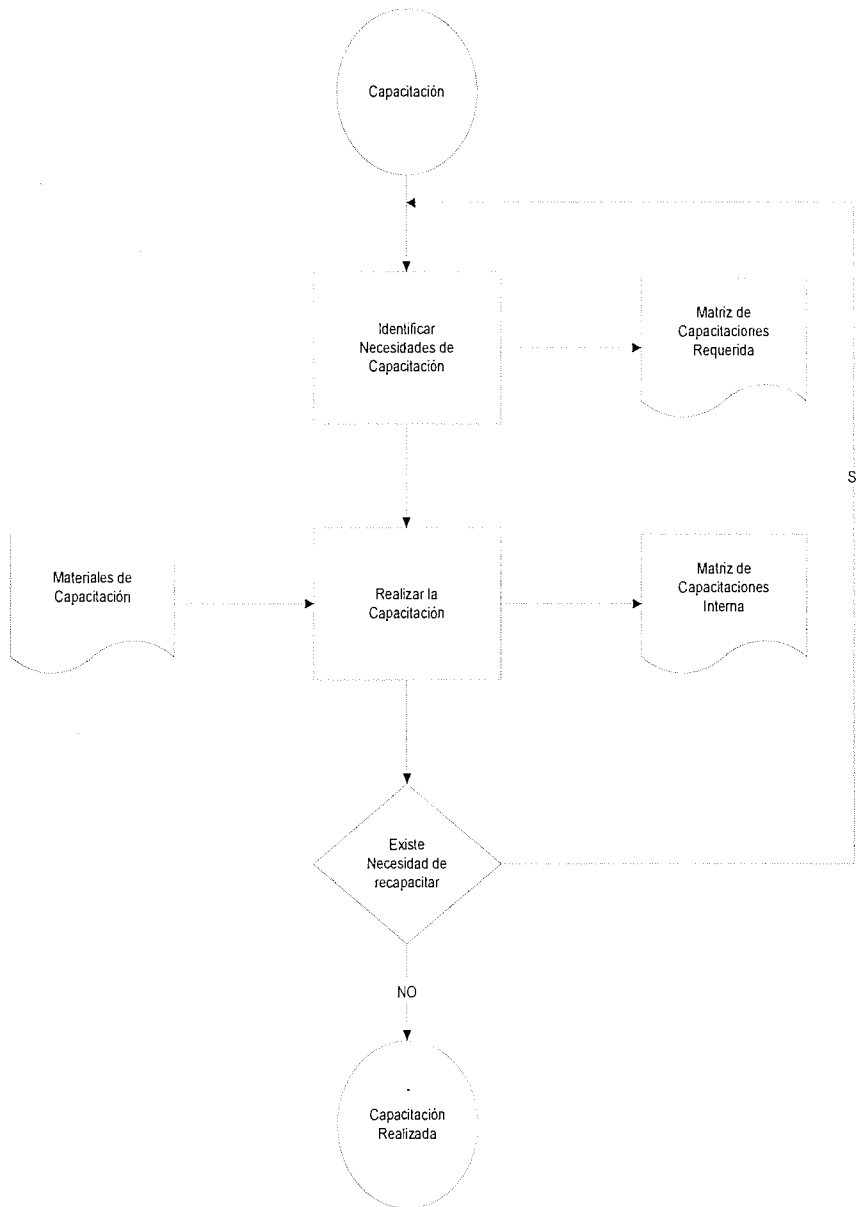
La capacitación a los catedráticos, auxiliares y autoridades de la escuela de ingeniería mecánica industrial se desarrollara de manera práctica, en la que el capacitador desarrollara los puntos más importantes del manual y posteriormente las personas interesadas pondrán en práctica lo explicador por el expositor. .

Figura 42. Flujograma de decisión de cómo realizar capacitación

**Flujograma de Decisión**  
**Capacitación para Uso del Manual**

PROCESO: Realización de Capacitaciones  
ANALISTA: Ramiro Antonio Ortiz Marroquín  
REVISAR: Ing. Marcia Ivònne Véliz Varga

FECHA: 09/09/2009.  
HOJA: 1/1.  
FECHA: \_\_\_\_\_



### 5.3 Metodología para uso del manual de práctica

#### 5.3.1 Actividades propuestas dentro de la práctica

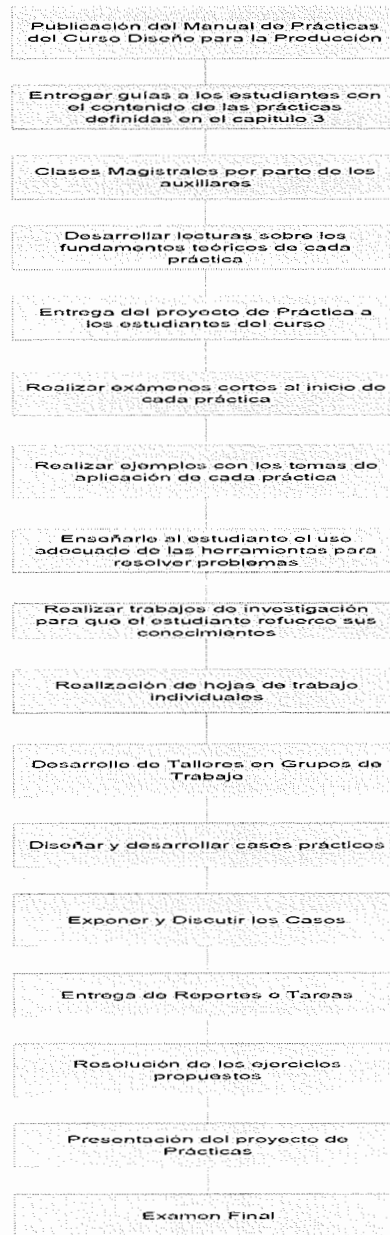
A continuación se desglosaran las actividades que se deben de realizar para darle el mejor uso al manual:

- Hacerle de su conocimiento al estudiante la existencia del Manual de Prácticas de Diseño para la Producción
- Entregar guías con el contenido que se desarrollará en cada una de las prácticas como se definen en el capítulo 3
- Desarrollar lecturas sobre los fundamentos teóricos de cada práctica
- Realizar varios ejemplos de cada uno de los temas de aplicación de cada práctica.
- Clases magistrales por parte de los auxiliares
- Realización de Hojas de Trabajo Individuales
- Desarrollo de Talleres en grupos de Trabajo
- Diseñar y desarrollar casos prácticos que tengan estricta relación con lo que ocurre en el mercado laboral
- Entrega del proyecto de la práctica a los estudiantes
- Realización de exámenes cortos al iniciar cada práctica
- Presentación del proyecto de la práctica
- Exponer y discutir casos
- Resolución de los ejercicios propuestos
- Entregar de Reportes o Tareas
- Realizar Trabajos de Investigación para que el estudiantes refuerce sus conocimientos
- Enseñarle al estudiante el uso adecuado de las herramientas
- Examen Final

Figura 43. Diagrama de bloque de actividades propuestas en la práctica

Diagrama de Bloque  
Seguimiento y Mejora Continua

PROCESO: Actividades Propuestas en la práctica FECHA: 10/09/2009.  
ANALISTA: Ramiro Antonio Ortiz Marroquín HOJA: 1/1.  
REVISA: Ing. Marcia Ivonne Véliz Vargas FECHA: \_\_\_\_\_



### 5.3.2 Ejercicios propuestos

#### Ejercicio propuesto 1

El costo de la educación para los estudiantes de la Universidad de San Carlos de Guatemala es de Q100.00 por hora crédito al semestre. El gobierno complementa los ingresos de la escuela igualando los pagos de los estudiantes, Quetzal por Quetzal. El tamaño promedio de los grupos de clase para los cursos típicos de tres horas crédito es de 50 alumnos. Los costos por concepto de trabajo son de Q4000.00 por grupo, los costos de materiales son de Q20.00 por estudiante por grupo, y los gastos generales son Q25,000 por grupo.

- a. ¿Cuál es la razón de productividad multifactorial?
- b. Si los maestros trabajan en promedio 14 horas por semana, durante 16 semanas, para cada clase equivalente a tres horas crédito, con un grupo de 50 estudiantes, ¿Cuál es la razón de productividad del trabajo?

#### Ejercicio propuesto 2

##### **Creaciones Izabal**

Creaciones Izabal diseña y fabrica sillas de madera. Fundada por Jorge Miguel Gonzales en el municipio de Puerto Barrios, Izabal, Ohio, la compañía comenzó fabricando sillas de madera, hechos al gusto del cliente, para los hoteles de vacaciones ubicados en cada uno de los departamentos de la ciudad de Guatemala. Como toda persona aficionada al aire libre, Jorge Gonzales deseaba, en un principio, llevar al interior “un poco del paisaje exterior”. Creaciones Izabal se labró un sólido prestigio por sus diseños creativos y su mano de obra de alta calidad. Sus ventas se expandieron finalmente a toda la



región de Guatemala. Junto con ese crecimiento se presentaron oportunidades adicionales.

Tradicionalmente, la compañía se había enfocado por completo en la fabricación de piezas al gusto del cliente, pues éste especificaba el tipo de madera con la cual tendría que fabricarse cada mueble. A medida que la compañía se acreditó y sus ventas se acrecentaron, la fuerza de ventas empezó a vender algunos de los tipos más populares de sus sillas a diversas mueblerías con ventas al detalle. Esta incursión en la distribución minorista condujo a Creaciones Izabal a la fabricación de una línea de sillas más estándar. Los compradores de esa línea eran mucho más sensibles al precio e imponían requisitos de entrega mucho más estrictos que los clientes de la línea personalizada. Los muebles hechos al gusto del cliente siguieron dominando las ventas de la compañía, pues representaron el 65% del volumen y el 75% de las ventas en términos de dólares. En la actualidad, la empresa opera una sola instalación manufacturera en Izabal, en la cual fábrica tanto los sillas estándar como los que produce al gusto del cliente. El equipo utilizado es principalmente de propósito general, a fin de contar con la flexibilidad necesaria para producir sillas según el pedido. En la distribución de la instalación, las sierras están agrupadas en una sección de la planta, los tornos en otra, y así sucesivamente. La calidad del producto terminado es un reflejo de la calidad de la madera elegida y la destreza individual de los trabajadores. Tanto los muebles estándar como los personalizados compiten por el tiempo de procesamiento utilizando el mismo equipo y empleando al mismo ebanista.

En los últimos meses, las ventas de la línea estándar aumentaron continuamente, por lo cual la programación de esta línea se volvió más regular. Sin embargo, cuando se comparan los pros y los contras de la programación,

las sillas sobre pedido reciben siempre la prioridad, en virtud de sus altas ventas y sus amplios márgenes de beneficios. El resultado ha sido que los lotes de sillas estándar programados se quedan dispersos por toda la planta, en diferentes etapas de la fabricación.

Al revisar los progresos de Creaciones Izabal, Jorge observa con agrado que la compañía ha crecido. Las ventas de sus sillas sobre pedido siguen siendo vigorosas, y las de sillas estándar aumentan continuamente. Sin embargo, fianzas y contabilidad informan que las ganancias no son tan altas como deberían ser. Los costos asociados a la línea de sillas estándar van en aumento. Hay Quetzales atados en los inventarios, tanto de materias primas como de trabajos en proceso de fabricación. Es preciso alquilar un espacio de almacenaje público costoso para alojar ese volumen de inventario. A Jorge también le preocupa el incremento del tiempo de espera, tanto para los pedidos estándar como para los personalizados, lo cual alarga los plazos de entrega prometidos. La capacidad está siendo presionada y ya no queda espacio en la planta para una posible expansión. La decisión de Jorge es que ha llegado el momento de examinar con mucho cuidado el impacto general que la nueva línea de muebles estándar está produciendo sobre sus operaciones.

### **Preguntas**

1. ¿Qué tipos de decisiones tendrá que tomar diariamente Jorge Miguel para que las operaciones de su compañía se desarrollen con eficacia?, ¿y qué decisiones a largo plazo?
2. ¿De qué manera ventas y marketing afectaron a operaciones cuando empezaron a vender muebles estándar a distribuidores minoristas?
3. De qué forma resultó afectada la estructura financiera de la compañía por la decisión de fabricar muebles estándar?

4. ¿Qué podría haber hecho Jorge de manera diferente para evitar algunos de los problemas que enfrenta hoy?.

### **Ejercicio propuesto 3**

1. Explicar cada uno de los pasos del proceso de desarrollo de nuevos productos aplicándolos a un producto en específico. Haciendo detalle a cada tema, ampliándolo con ejemplos, ilustraciones, etc.
2. Hacer un bosquejo del producto (dibujo del prototipo).
3. Detallar la materia prima a utilizar y nombrar algunos de los proveedores.
4. Diseñar la etiqueta de su producto, la cual representará las características del mismo, así como la materia prima utilizada.

### **Ejercicio propuesto 4 (determinación de la capacidad)**

Zulma y Byron García son propietarios de una pequeño despacho de contabilidad y una computadora personal. Si sus clientes tienen sus documentos en orden, cualquiera de los dos García puede preparar una declaración de impuestos por hora, en promedio, usando la computadora. En las dos primeras semanas de abril, ambos propietarios trabajan siete turnos de 12 horas. Esto les permite usar la computadora las 24 horas del día. <sup>(171)</sup>

- a. ¿Cuál es la capacidad pico, medida en términos del número de declaraciones de impuestos por semana?

- b. Los García trabajan normalmente de 9 A. M. a 7 P. M., cinco días a la semana. ¿Cuál es su capacidad efectiva, medida por el número de declaraciones de impuestos por semana?
- c. En la tercera semana de enero, los García presentaron 40 declaraciones de impuestos. ¿Qué porcentaje de su capacidad efectiva están utilizando?

**Ejercicio propuesto 5 (localización de las instalaciones)**

Un proveedor de la industria de generación eléctrica maneja un producto pesado y, por esa razón, sus costos de transporte son altos. Una de sus áreas de mercado incluye la región del pacifico y la región del atlántico de Guatemala.. Se tienen que embarcar más de 600,000 toneladas a cinco importantes localizaciones de clientes, como muestra la tabla.

**Tabla LXI. Mercados para el proveedor de la industria eléctrica**

Localización del Cliente	Toneladas embarcadas	Coordenadas xy
Puerto Santo Tomas de Castilla	92,000	(8, 12)
Puerto Barrios	70,000	(11, 10)
Puerto Quetzal	35,000	(11, 7)
Puerto San José	9,000	(12, 4)
Puerto Champerico	16,000	(14, 10)

- a. Calcule el centro de gravedad, redondeando la distancia al décimo más cercano.

**Ejercicio propuesto 5 (distribución de las instalaciones)**

Un contratista del Ministerio de Defensa está evaluando la distribución por procesos que existe actualmente en su taller de máquinas. La tabla VIII muestra la distribución física actual, y la tabla IX contiene la matriz de recorridos

correspondiente a dicha instalación. Las leyes vigentes en Guatemala sobre seguridad y salud requieren que los departamentos E y F permanezcan en sus localizaciones actuales.

**Tabla LXII. Distribución física actual del ministerio de defensa**

Departamentos	Recorridos entre departamentos					
	A	B	C	D	E	F
A	-	8	3		9	5
B		-		3		
C			-		8	9
D				-		3
E					-	3
F						-

**Figura 44. Matriz de recorridos de la instalación**

E	B	F
A	C	D

- Use el método de tanteos (ensayo y error) para encontrar una distribución mejor.
- ¿En qué medida la distribución hallada por usted es mejor que la actual, en términos de puntaje  $I_d$ ? Use distancias rectilíneas.

### Ejercicio propuesto 6

Para fabricar una silla se invierten 25 minutos por unidad. La empresa labora en jornada ordinaria diurna, tomando 1 hora de almuerzo. Para la fecha límite se consideran unas holguras de 25% para las órdenes A, C, y D, 30% para las

órdenes E, F, y G, y 0% para la orden B. La secuencia de órdenes y el pedido se indican en la siguiente tabla:

**Tabla LXIII. Secuencia de órdenes de ejercicio propuesto 6**

Secuencia de Ordenes	Pedidos (docena)	Tiempo por Unidad (min)
A	18	25
B	17	25
C	26	25
D	12	25
E	14	25
F	15	25
G	19	25

a. ¿Desarrollar los métodos de secuencia de prioridades?

### Ejercicio propuesto 7

La empresa “Imprenta y Litografía RAOM S. A.” se dedica entre otras cosas, a la fabricación de cuadernos para uso contable y le presenta la siguiente información:

La línea de producción cuenta con 5 estaciones de trabajo que se detallan en el cuadro posterior.

**Tabla LXIV. Estaciones y tiempo estándar**

Estación	T.E. (min)
1	2.04
2	5.55
3	3.05
4	2.65
5	4.45
	<b>17.74</b>

1. Se debe determinar la cantidad de operarios para cada estación del proceso básico, que será pagado así:
  - Estación 1 y 3: Q7.50 hr.
  - Estación 2 y 5: Q7.30 hr.
  - Estación 4: Q7.25 hr.
  - Además se tiene un incentivo de Q0.05 por cuaderno
2. Se desea una producción de 950 cuadernos por día.
3. Se trabaja una jornada de trabajo diurna de lunes a sábado más 2 horas extras cada día de lunes a viernes, se tiene 1 hora de descanso por día (que incluye tiempos de refacción y almuerzo).
4. Dentro del personal administrativo se cuenta con 1 secretaria que devenga Q1,600.00 al mes, un contador con Q2,500.00 al mes, además hay 1 vendedor que tiene un sueldo base de Q1,250.00 y por cada 250 cuadernos recibe una bonificación de Q50.00, mensualmente vende el 90% de la producción ya que es política de la empresa mantener un 10% en stock por cualquier eventualidad.
5. El precio de venta de cada cuaderno es de Q18.00 y el costo de materia prima es de Q4.50 por unidad.
6. El costo del diseño incluye la compra de material Q1,500.00, diseñadores con un costo de Q1,250.00, alquiler del local por Q2,000.00, transporte Q2,500.00, el proyecto se analiza para 2 meses. Se espera una utilidad del 20% la cual la empresa amortiguara en 6 meses dentro de lo que se esté ganando de los cuadernos vendidos. Para el costo del diseño se consideran un 10% para transporte, un 15% imprevistos.
7. El monto que se requiere para comprar herramienta y equipo es de Q80,000.00 y se obtendrá por un préstamo pagadero a 15 años al 20% anual lo que se amortizara en la producción de 3 años.

8. Si tiene además los siguientes casos: publicidad Q3,500.00 al mes, computadoras con Q9,000.00 en valor de libros, alquileres varios por Q3,500.00 al mes, servicios varios por Q2,500.00 al mes, vehículos por Q45,000.00 en valor de libros.
9. La depreciación de los vehículos es del 20% anual y la de las computadoras es de 33.33%.
10. Desarrolle el proceso del valor del diseño, considerando todas las alternativas del presente caso.

### Ejercicio propuesto 8

El plan de producción basado en los pronósticos de demanda implica ventas de Q2,649,500.00, según se detalla en el siguiente cuadro:

**Tabla LXV. Datos de costos de y constante**

	TRIMESTRE				
	1	2	3	4	
<b>Pronóstico</b>	Q705,000.00	Q570,000.00	Q773,000.00	Q601,500.00	Q2,649,500.00
<b>Unidades</b>	70,500	57,000	77,300	60,150	264,950
<b>Hrs. De M.O.</b>	35,250	28,500	38,650	30,075	
<b>Constante</b>	0.5	0.5	0.5	0.5	

El plan de la empresa fue interpretado en términos de manufactura (unidades y horas de mano de obra). Cada unidad contribuye con Q10.00 a los ingresos por ventas. En promedio la producción es de 25 unidades al día para cada empleado.

La demanda agregada para el próximo año será la siguiente, tomando como referencia los datos reales del primer semestre del 2009 y los proyectados para el segundo semestre de 2009.



**Tabla LXVI. Datos reales de la demanda agregada  
ejercicio propuesto 8**

Mes	Días de Producción	Demanda (Unidades)
Enero	22	25000
Febrero	20	21500
Marzo	22	24000
Abril	19	17000
Mayo	22	18800
Junio	21	21200
Julio	22	28500
Agosto	22	25300
Septiembre	20	23500
Octubre	23	26100
Noviembre	21	18050
Diciembre	18	16000

En condiciones normales existen 50 empleados trabajando 8 horas/día. La capacidad diaria se puede incrementar hasta un % trabajando tiempo extra, con un costo adicional de Q3.75 / unidad.

Los costos de almacenamiento de unidades son de Q2.75 / unidad. La no existencia en el inventario tienen un costo de Q5.50 / unidad.

Normalmente la empresa conserva 1,100 unidades en inventario. El costo de modificación de la producción es:

**Tabla LXVII. Costos de modificación de la producción  
ejercicio propuesto 8**

RANGO	VALOR
001 – 300 Unidades	Q5,000.00
301 – 600 Unidades	Q7,500.00
601 – 900 Unidades	Q9,000.00
901 – En adelante	Q12,000.00

Elaborar los tres planes, con su respectivo cuadro de resumen y conclusión.

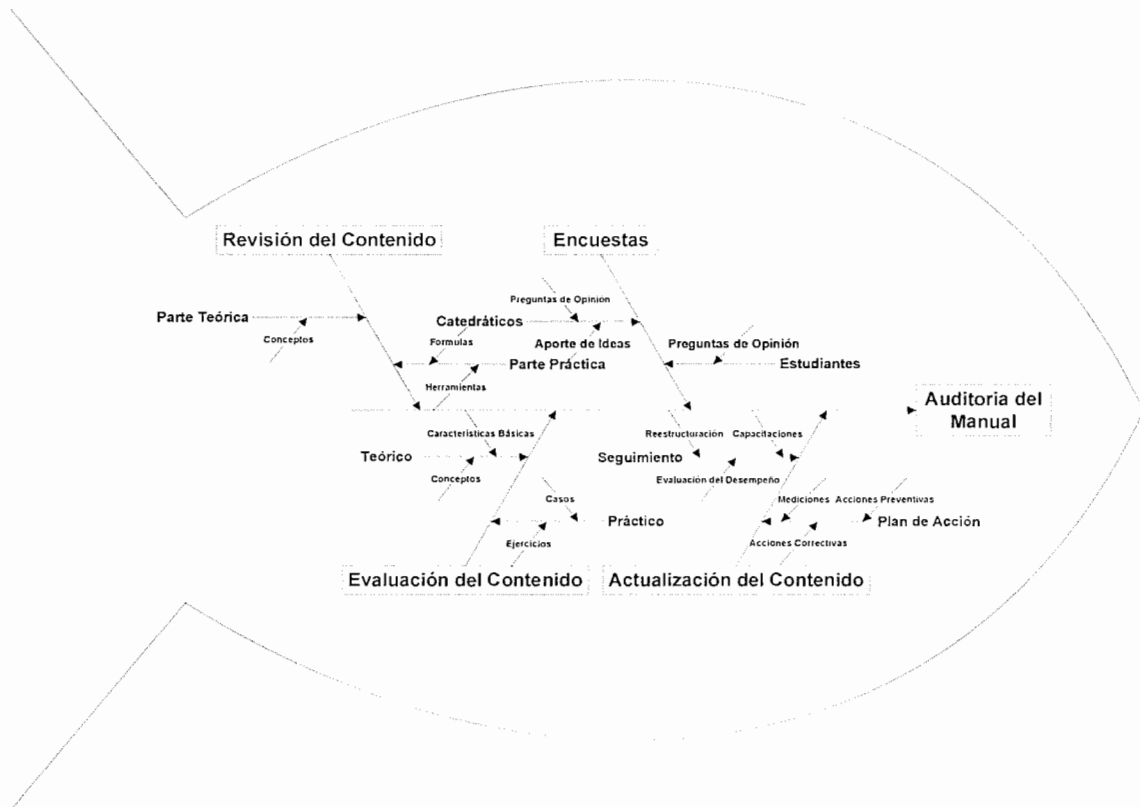
#### **5.4 Auditoria del manual**

La auditoría del manual propone llevarse a cabo con el objeto de revisar y evaluar el contenido del manual de prácticas de diseño para la producción y con ello realizar un informe a los altos mandos de la escuela de ingeniería mecánica industrial con el fin de emitir una opinión profesional acerca del desarrollo del contenido.

Las auditorías se llevaran a cabo al final de cada semestre, donde a la vez se le realizará una encuesta a los estudiantes del curso con el objeto de determinar si el uso del manual está beneficiando en su aprendizaje y a su vez que los mismos puedan aportar ideas para mejorar el contenido del manual.

Además se les realizará una encuesta a los catedráticos del curso como a los auxiliares con el objetivo de que ellos puedan aportar sus conocimientos para ir actualizando el contenido del manual.

Figura 45. Diagrama causa y efecto sobre auditoría del manual



#### 5.4.1 Revisión del contenido

La revisión del contenido se llevara a cabo al principio de cada semestre posterior a la fecha de publicación del manual y se llevara a cabo en una reunión en la que tanto catedráticos del curso, auxiliares, director de escuela y encargado de área de producción evaluarán, si el contenido del manual está cumpliendo con los objetivos propuestos para el curso Diseño para la Producción.

A su vez se podrán determinar nuevas metodologías a implementar con el objeto de enriquecer y facilitar el proceso de aprendizaje del estudiante con respecto al contenido del curso y al desarrollo de cada una de las prácticas que se imparten.

#### 5.4.2 Procedimiento de mejora

Los planes de mejora continua deben ser preparados, revisados y actualizados al finalizar cada semestre tanto del curso como de la práctica el cual es presentado al Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial como al Coordinador del Área de Producción, mediante un informe detallado que incluya: una revisión del desempeño actual del manual, problemas, causas y posibles soluciones a corto, mediano y largo plazo, y a la vez un cronograma con las partes específicas que deben emprenderse para mejorar el desempeño del manual.

A continuación se desarrollan cada una de las cuatro etapas:

Para realizar el proceso de mejora continua en este manual se utilizará una de las principales herramientas utilizadas por la mayoría de las empresas conocido como el Ciclo de Deming, el cual nos va permitir mejorar la calidad del manual de prácticas y se desarrolla por medio de una secuencia lógica de cuatro pasos repetidos que se deben de llevar a cabo consecutivamente. Estos pasos son: planear, hacer, verificar y actuar.

#### **Planear:**

En esta etapa las personas involucradas en darle seguimiento al manual deberán para comenzar seleccionar las actividades que se necesitan mejorar,

analizando cada uno de los datos relacionados con esas actividades del manual luego por medio de ello se establecen los objetivos de mejora y se analizan los diferentes caminos para lograrlos para finalmente desarrollar un plan de acción con sus respectivas mediciones.

### **Hacer:**

En esta etapa los involucrados en el seguimiento del manual de prácticas deberán aplicar el plan de mejora diseñado, ejecutando cada una de las actividades propuestas y llevando a cabo los cambios pertinentes en las diferentes partes del manual que presenten deficiencias.

Además se debe de documentar cada uno de los cambios realizados para llevar un control de las modificaciones realizadas y el porqué de cada una de ellas.

### **Verificar:**

En esta etapa se llevarán a cabo inspecciones periódicas de los aspectos o actividades que se han modificado, corregido y fortalecido dentro del manual y la práctica misma.

Además por medio de la verificación es posibles detectar algunas mejoras a otras actividades o a las mismas actividades que se propusieron en el plan de mejora.

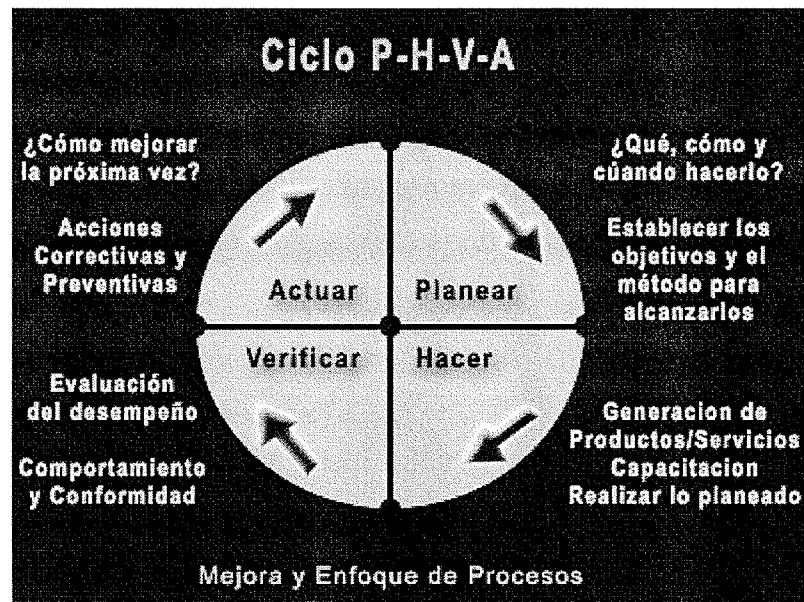
### **Actuar:**

En esta etapa los involucrados en el proceso de mejora del manual deben corregir los estándares planificados en función de los resultados obtenidos en la

etapa de hacer, con el objetivo de decidir si se mantiene o se modifica el plan de acción.

Además podemos determinar y tomar acciones sobre cómo mejorar los aspectos débiles del manual y de la práctica en si, como también afianzar las fortalezas y difundir las mejoras existentes.

**Figura 46. Procedimiento de mejora continua**



Fuente <http://www.gensolmex.com/ciclodeming.jpg>

### 5.4.3 Actualización del contenido

El proceso de actualización del contenido del manual de práctica del curso diseño para la producción forma parte del proceso de mejora continua y se lleva a cabo para mejorar la calidad de las prácticas y permitir que los estudiantes desarrollen ejercicios de acorde a los problemas que se presenten en la

actualidad en el mercado laboral es por ello que a continuación se describe el procedimiento para la actualización del contenido del presente manual:

1. Las personas encargadas en darle seguimiento al manual de prácticas deberán presentar las actualizaciones propuestas al catedrático titular del curso, quien a su vez las revisará y determinará si es necesario realizar los cambios pertinentes si es que los hubieran, o el mismo podrá sus propias ideas a los involucrados para que realicen las actualizaciones, con el objeto que se adecuen y cumplan con los objetivos educativos de la práctica y a la vez faciliten el proceso tanto de enseñanza de los auxiliares como de aprendizaje de los estudiantes de las carreras de ingeniería industrial e ingeniería mecánica industrial.
2. Después de aprobadas las actualizaciones, los encargados en darle seguimiento al manual deberán de determinar la forma correcta de reestructurar el contenido del manual para que este facilite la comprensión de tanto el estudiante como de los catedráticos y auxiliares del curso.
3. Una vez determinada la forma correcta de reestructurar el manual se procederá a efectuar los cambios pertinentes al cuerpo del manual, velando por la calidad de los contenidos del mismo.
4. Posterior a ello se procederá a realizar las respectivas correcciones ortográficas y de redacción.
5. Luego de haber efectuado todas las modificaciones de manera correcta se procederá a presentarle una copia total del material señalando las

6. actualizaciones realizadas al catedrático titular del curso para que este dé el visto bueno y apruebe su reproducción y publicación.
7. Posteriormente se procede a realizar las reproducciones del manual y a hacerle de su conocimiento a los estudiantes de las actualizaciones que se le realizaron al manual.
8. Por último, se realiza la distribución del manual a los diferentes catedráticos y auxiliares del curso para que puedan utilizarlo en sus respectivas actividades.



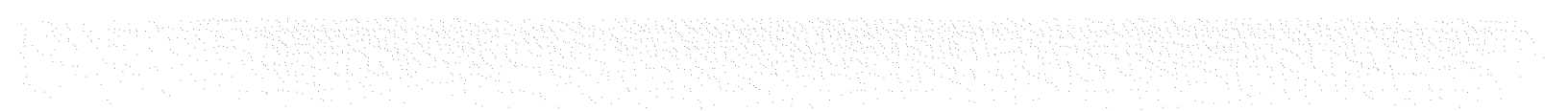
## CONCLUSIONES

1. Las prácticas del curso Diseño para la Producción constituyen una modalidad de enseñanza que integra la teoría y la práctica, en la cual el catedrático auxiliar y el estudiante pueden intercambiar conocimientos, empleando una dinámica, donde el estudiante pueda plantear, analizar y resolver problemas relacionados con los que ocurren en el mercado laboral.
2. La teoría del curso ayudará al estudiante en su proceso de aprendizaje ya que con la comprensión e interpretación de cada uno de los conceptos facilitará el desarrollo de cada una de las prácticas.
3. Se presenta un “Manual de prácticas” que consiste en una guía que facilitará al catedrático auxiliar del curso su proceso de enseñanza, al proporcionar a los estudiantes una visión de la realidad del mercado laboral, con el fin de que sean capaces de ofrecer soluciones a los problemas que se les presenten utilizando las herramientas proporcionadas.
4. El “Manual de prácticas” del curso Diseño para la Producción proporcionará a la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Universidad de San Carlos de Guatemala, una guía que les permita que los catedráticos utilicen el manual como la bibliografía.
5. Brindándole a los estudiantes las herramientas y fórmulas necesarias, explicándoles la importancia de cada una de ellas en cada práctica les

permitirá facilitar su proceso de comprensión, análisis e interpretación de los resultados.

6. El proceso de selección y diseño del producto o servicio forman parte del proceso de desarrollo de nuevos productos, en el cual es importante determinar en las primeras etapas si el producto se pone en marcha o se abandona, para así evitar el gasto y poder centrar los esfuerzos en un mejor producto o servicio.
7. Las técnicas de análisis se utilizan como una herramienta en el proceso de diseñar un producto, las cuales ayudan a trabajar con información acerca de las características del producto, analizarla, tomar decisiones y proceder según las mismas, y las técnicas de creatividad ayudan a estimular al estudiante a inventar algo para la determinación de la mejor idea para el desarrollo de un producto.
8. El valor del diseño permite a las empresas determinar los costos de mano de obra directa, mano de obra indirecta, gastos administrativos, además, establecer el punto de equilibrio en términos de unidades y monetarios, y por último, determinar la utilidad que mayor beneficio representa para la empresa, al comparar producción real y producción deseada.
9. La ingeniería del empaque es una herramienta que ayuda al analista a determinar el tipo de empaque idóneo para determinado producto y a establecer por medio de las especificaciones técnicas de cada producto los materiales requeridos para cada uno.

10. La planeación agregada de la producción es una herramienta que le permite a las empresas del sector industrial, estimar la demanda agregada para el próximo año, determinando el número de unidades que se van a producir en un período de tiempo, pronosticando las necesidades de mano de obra, materia prima, maquinaria y equipo que se requerirán para el próximo año.
  
11. El desarrollo de ejemplos y ejercicios que tengan relación con lo que ocurre en la industria permitirá a los estudiantes del curso Diseño para la Producción fortalecer su aprendizaje para que al salir al mercado laboral puedan aplicar con mayor facilidad los conocimientos adquiridos.



40

## RECOMENDACIONES

1. Motivar al estudiante a que comprenda la importancia de cada una de las prácticas, e impulsarlo a que participe durante las clases, para mejorar su aprendizaje de forma individual y colectiva.
2. Desarrollar en el estudiante la capacidad para analizar e interpretar de manera eficiente la teoría del curso para facilitar la comprensión de las aplicaciones del mismo.
3. Que durante cada práctica los catedráticos auxiliares asesoren a los estudiantes de manera que éstos comprendan y puedan aplicar efectivamente las herramientas aprendidas e incrementar sus habilidades y destrezas.
4. Que las autoridades de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, insten a los catedráticos a hacer uso del manual, y además proponer que se le dé ingreso a la *web*.
5. Desarrollar en el estudiante la capacidad de análisis e interpretación para que de esta forma él mismo aprenda a utilizar las fórmulas y herramientas proporcionadas, no de forma mecánica, sino que aprenda a dar soluciones funcionales y fundamentadas.
6. Aplicar cada uno de los pasos del proceso de desarrollo de nuevos productos de manera correcta, generando la idea y partiendo de las necesidades y requerimientos del mercado; tomando en cuenta las

expectativas y atributos deseados por los clientes.

7. Que el estudiante comprenda la aplicación de las diferentes técnicas de análisis y de creatividad, de modo que pueda aplicar la más conveniente a la necesidad planteada. Así como mantener actualizadas las prácticas para mejorar el sistema de aprendizaje.
8. Actualizar el contenido de las prácticas a través de la búsqueda constante de nuevas herramientas y aplicaciones de Diseño para la Producción, que conduzcan al estudiante a la vanguardia de las exigencias del mercado laboral.
9. Que para el análisis del valor del diseño, el estudiante desarrolle de manera ordenada cada uno de los pasos para evitar confusiones y con ello obtener el mejor resultado en la toma de decisiones.
10. Desarrollar los ejercicios propuestos para facilitar la comprensión, interpretación y ayudar en el proceso de aprendizaje de los estudiantes.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Aguilar Dávila, Gabriel Enrique. Manual Teórico – Práctico del Laboratorio del Curso de Ingeniería de Métodos con programa de Aplicación. Trabajo de Graduación Ing. Ind. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2008.
2. Echeverría Cardona, Pedro Francisco. “Manual del Laboratorio del Curso de Ingeniería de Métodos”. Trabajo de Graduación Ing. Ind. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 1990.
3. Krajewski, Lee J. **Administración de operaciones, Estrategias y Análisis**. México: Prentic Hall, 1999.
4. Mark, Davis. **Fundamentos de Dirección de Operaciones**. España: Graw Hill, 2001.
5. Maynard, H. B. **Manual del Ingeniero Industrial**, México: McGraw – Hill, Cuarta Edición, 1996.
6. Marzal Alcalde, Jorge. **Diseño de producto. Métodos y Técnicas**. España: Alfaomega, 2004.
7. Maldonado de la Roca, Oscar Eduardo. “Manual de Prácticas de Laboratorio para el Curso de Ingeniería de Plantas. Tesis Ing. Ind. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1987

8. Meredith, Jack R. **Administración de las Operaciones.** México: Limusa, 1999
  
9. Rivas Guerrero, Daniel Armando. "Manual para el Laboratorio del Curso Profesional de Microeconomía de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la USAC. Trabajo de Graduación Ing. Ind. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2008
  
10. Schroeder. **Administración de Operaciones.** México: Mc Graw Hill, 1996.



## ANEXO

### Encuesta

A continuación se realizará una serie de preguntas a los catedráticos, auxiliares y estudiantes, donde se espera que estos brinden su opinión acerca del contenido del manual para poder efectuarle actualizaciones cuando sea necesario.

La encuesta se podrá llevar a cabo al final de cada semestre para poder realizarle las mejoras pertinentes al manual de prácticas del curso Diseño para la Producción.

1. ¿Qué opinión tiene del Manual de Prácticas del curso Diseño para la Producción?

\_\_\_ Excelente \_\_\_ Muy bueno \_\_\_ Bueno \_\_\_ Regular \_\_\_ Insuficiente

2. ¿Cree que habría que profundizar en algún tema del Manual?

\_\_\_ SÍ \_\_\_ NO ¿Por qué? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3. ¿Considera que habría que profundizar en alguna de las prácticas?

\_\_\_ SÍ \_\_\_ NO ¿Por qué? \_\_\_\_\_

---

---

---

4. ¿Considera que los ejemplos desarrollados en las prácticas tienen aplicación con el sector industrial.

\_\_\_ SÍ \_\_\_ NO ¿Por qué? \_\_\_\_\_

---

---

---

5. ¿Considera que los conocimientos adquiridos al utilizar el manual tienen aplicación en su trabajo?

\_\_\_ Totalmente \_\_\_ Bastante \_\_\_ Algo \_\_\_ Nada

6. ¿Qué mejoras piensa que se le podrían hacer al Manual de prácticas del curso Diseño para la Producción?

---

---

---

---

Comentarios: .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Nombre \_\_\_\_\_

\_\_\_\_ Estudiante      \_\_\_\_ Catedrático      \_\_\_\_ Auxiliar      \_\_\_\_ Otro